

משרד התחבורה - המפקח על התעבורה

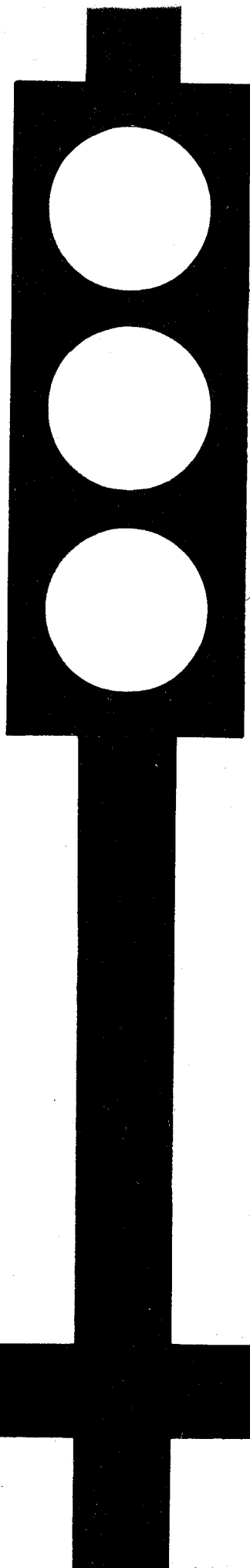
פרופ"ח דוד מהלאל
הנדסה אזרחית
טכניון, חיפה

הנחיות לתכנון רמזורים

ערך: ישעיהו רונן

עיצוב גרפי: יפה מערבי
שרטוט: לילי פלודה

ירושלים, אב תשמ"א - אוגוסט 1981





פרופ"ח דוד מהלאה
הנדסה אזרחית
טכניון, חיפה

משרד התחבורה
המפקח על התעבורה

ירושלים, אייר תשמ"א
מאי 1981

הנחיות לתכנון רמזורים

1. הרמזור מהווה את אחד האמצעים החשובים לשפור זרימת התנועה ולקיים משטר תנועה תקין ובטוח. במגמה להבטיח תכנון, ביצוע ותפעול תקין ואחיד של רמזורים בארץ, התואם את צרכי הבטיחות, הכין משרד התחבורה הנחיות לתכנון רמזורים, לפני למעלה מעשור, ופירסמן במסגרת אוגדן "הנחיות לאופן הצבת תמרורים, 1970".
2. מאז פורסמו הנחיות אלה, חלו שינויים טכנולוגיים וכן נלמדו לקחים מן הנסיון בארץ ובעולם, ונוצר צורך לעדכןן.
- הנחיות חדשות אלה באות להחליף את ההנחיות הקודמות לתכנון רמזורים המופיעות בחלק ה' של האוגדן הנ"ל.
- צורת הכריכה של הנחיות אלה מאפשרת להכניס את הדפים לתוך האוגדן, במקום חלק ה' (פרקים 10 עד 14), כאמור.
3. תודתי נתונה לוועדה המקצועית, אשר לא חסכה מאמץ ודנה ביסודיות בכל סעיפי ההנחיות וגיבשה את צורתן הסופית:
 - אינג' פ. בן-שואל, אגף התעבורה, משרד התחבורה, אשר שימש כיו"ר הוועדה
 - סנ"צ א. בן-יהושע, המטה הארצי, משטרת ישראל
 - ד"ר י. בן-יעקב, המרכז לבטיחות בדרכים, הטכניון
 - אינג' ז. ברטל, אגף התנועה, עיריית תל-אביב
 - ד"ר ד. לינק, אגף התעבורה, משרד התחבורה
 - אינג' מ. נקמן, אגף התעבורה, משרד התחבורה
 - אינג' ס. רטוביץ, "סילון רטוביץ, הנדסת תנועה ותחבורה", ירושלים
 - אינג' ג. שויער, "מערכות תנועה בע"מ", תל אביב
 - אינג' נ. תומר, "נתן תומר הנדסה בע"מ", תל-אביב
 - אינג' מ. תכלת, אגף הכבישים, מע"צ, משרד השכון והבינוי
4. חובה נעימה לי להודות לאינג' לואי גרפיין אשר יחד עם אינג' ישעיהו רונן הכין את הטייטה שהופצה בינואר 1978 ואשר שימשה בסיס להנחיות אלה.
- בעיקר ראוי ישעיהו רונן להערכה על העבודה הרבה והממושכת שהשקיע בכל שלבי הכנת ההנחיות.
5. נעריך ביותר כל הערה או הצעה אשר תביא לשפור נוסף של ההנחיות, במהדורה הבאה.

בכבוד רב,

יעקב פרישר
סגן המפקח על התעבורה
להנדסת תנועה

תוכן העניינים

עמ'	ה נו ש א	פרק מס'
	הגדרת מונחים	1.
1/ה	נתוח ההצדקה להצבת רמזורים	2.
	מטרות הרימזור	2.1
3/ה	בדיקה מוקדמת	2.2
3/ה	הנתונים הדרושים	2.3
3/ה	ההצדקים להתקנת רמזור	2.4
5/ה		
	הסדרים כלליים לצומת מרומזר	3.
8/ה	עקרונות לרימזור כווני התנועה השונים	3.1
9/ה	עקרונות לתכנון גיאומטרי תפעולי של צומת מרומזר	3.2
	אופן הצבת רמזורים	4.
	התקרבות לצומת מרומזר	4.1
15/ה	צורת הרמזורים	4.2
15/ה	מיקום הרמזורים (עמודים ופנסים) בצומת	4.3
16/ה	תמזורים בצומת מרומזר	4.4
22/ה	מיקום מנגנון הבקרה	4.5
24/ה		
	אופן הפעלת רמזורים	5.
	בקרת צומת בודד-רמזור בעל זמן קצוב מראש	5.1
25/ה	בקרת צומת בודד-רמזור המופעל ע"י התנועה	5.2
25/ה	בקרת ציר תנועה (גליירוק)	5.3
27/ה	בקרה מרכזית או אזורית	5.4
28/ה		
	קציבת הזמנים ברמזור	6.
	מספר תכניות הזמנים (הפרוגרמות)	6.1
29/ה	תכנון המחזור	6.2
29/ה	הזמנים הביניים	6.3
31/ה	קביעת סדר המופעים וחלוקת הזמנים במחזור	6.4
37/ה	הבהוב ירוק	6.5
39/ה	תפעול ידני	6.6
40/ה		
	בקורת ועדכון הרמזור לאחר הפעלתו	7.
	בדיקות	7.1
41/ה	הזמנים הביניים	7.2
41/ה	קביעת רמת השרות ועדכון הזמנים	7.3
42/ה		
	תכניות הרמזור וצורת הגשתן	8.
	התכניות הדרושות	8.1
43/ה	אופן עריכת תכניות הזמנים ("הפרוגרמות")	8.2
44/ה	טבלת הזמנים הביניים	8.3
44/ה		

עמ'

נספחים

46/ה	א. דף שער לתכנית זמנים
47/ה	ב. סימון המופעים בצומת
48/ה	ג. טבלת זמנים בין-ירוקים
49/ה	ד. תרשים זרימה
50/ה	ה. טבלאות זמנים ונפחים
51/ה	ו. תכנית זמנים (100 שניות)
52/ה	ז. תכנית זמנים (150 שניות)
53/ה	ח. תרשים גלי-רוק
54/ה	ט. לוחות זמנים להפעלה
55/ה	י. דף שער לתכנית עמודים
56/ה	יא. טופס לעדכון רמזור
57/ה	יב. טופס לריכוז ספירות תנועה
58/ה	רשימת מראי מקום

רשימת התרשימים

עמ'	ה נו ש א	תרשים מס'
2/ה		.1 רמות שרות
4/ה		.2 מהלך סכימטי של בדיקת הצדק להתקנת רמזור
7/ה		.3 הצדקים להתקנת רמזור
9/ה		.4 אורך נתיבי המתנה לפניות
10/ה		.5 מספר מירבי של כלי רכב הצפוי במחזור אחד בתלות בנפחי התנועה ובאחוזי הסתברות (לפי נוסחת פואסון)
11/ה		.6 פניה חורגת בצומת מרומזר
12/ה		.7 דוגמה להסדר צומת מרומזר
13/ה		.8 העתקת מעבר החציה למניעת עיכוב הזרימה הישרה
14/ה		.9 רוחב מעבר-חציה מרומזר בתלות במספר הולכי-הרגל החוצים בשעה ר g/c
17/ה		.10 מיקום הרמזור שמעבר לצומת לפני נפרדת ימינה
18/ה		.11 אופן מיקום עמודים בצמתים סמוכים ו/או במפרדה רחבה (שדרה)
19/ה		.12 דוגמאות לצירופי פנסים ברמזור לפני הצומת
20/ה		.13 פניה חפשית בצומת מרומזר
21/ה		.14 פניה לא חפשית משולבת בתנועת הולכי רגל
21/ה		.15 עמודי רמזור
23/ה		.16 לחצן להולכי רגל - מיקום ושילוט הדרכה
26/ה		.17 הסתברות להעדרדרישה בגלאי פסיחה בתלות בנפחי התנועה (לפי נוסחת פואסון)
30/ה		.18 קביעת זמן מחזור מיטבי
34/ה		.19 חישוב הזמן הביניים במהירות התקרבות עד 50 קמ"ש, כאשר רכב מפנה - רכב נכנס או הולכי-רגל נכנסים
35/ה		.20 חישוב הזמן הביניים במהירות התקרבות מעל 50 קמ"ש, כאשר רכב מפנה - רכב נכנס או הולכי-רגל נכנסים.
36/ה		.21 חישוב הזמן הביניים, כאשר הולכי רגל מפנים - רכב נכנס
38/ה		.22 הקצאת זמן ירוק למופע

פרק 1: הגדרות (לשמוש בהנחיות אלה)

א. הדרך:

- צומת - השטח התחום באבני - השפה של הכבישים ובקוי העצירה שבנתיבי ההתקרבות, עד אחרי מעברי-החציה שבעברו הרחוק של הצומת, או אחרי מקום הניגוד האפשרי שבעברו הרחוק של הצומת, הרחוק מבין השניים. (בהנחיות אלה מוגדר צומת בצורה רחבה יותר מאשר בתקנות התעבורה).
- שטח הניגוד - שטח שבו עלולה להוצר התנגשות בין תנועות שונות של כלי רכב ו/או הולכי רגל כמעברי-החציה.
- נתיב - חלק מרחבה של המסעה המיועד לתנועת טור אחד של כלי רכב.

ב. התנועה:

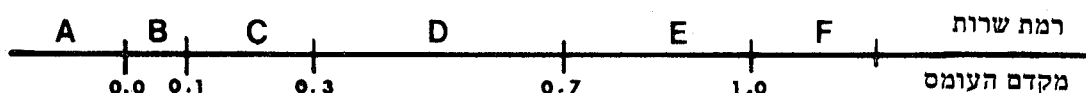
- תנועה - מסלול נסיעת כלי-רכב מכניסתם לצומת ועד יציאתם ממנו. מכל כוון התקרבות אפשריות לכאורה ארבע תנועות: פניה ימינה, נסיעה ישרה, פניה שמאלה ופנית פרסה.
- תנועות ראשיות - כל התנועות שאינן נוגדות, אשר סכום נפחי התנועה שלהן הוא הגדול ביותר בצומת.
- תנועה משנית - כל תנועה שאינה כלולה בתנועות הראשיות.
- תנועה חפשית - תנועה המתבצעת שלא עפ"י תכנית הזמנים של הרמזור, אלא לפי כללי מתן זכות הקדימה.
- יר"מ - יחידות רכב מרשוות (אקוילונטיות).
- מקדם התאמה המבטא את משך המעבר בצומת של רכב מסוג מסוים, יחסית לזה של רכב - נוסעים פרטי.

מקדם התאמה		סוג הרכב	
כללי	מפורט	סוג מפורט	סוג כללי
1.0	1.0	רכב מנועי עד 4 טון אופנוע, קטנוע אופנים (בלי מנוע עזר) תלת אופנוע תלת אופנים	רכב קל
	0.8		
	0.6		
	1.5		
	3.0		
2.0	1.8	משאית בעלת 2 צירים משאית בעלת 3 צירים ויותר רכב מורכב/מחובר רכב מיוחד	רכב כבד
	2.1		
	2.7		
	2.0		
1.8		א ר ט ו ב ו ס	

הערה: מקדמים אלה מתאימים לתנועה בצומת רגיל, עבור צומת מיוחד בעל מאפיינים בלתי-רגילים (כגון: שפוע חזק בנתיבי ההתקרבות, צומת בתוך עקום, טווחי ראייה מוגבלים מאד) - יש להתאים את המקדמים לכל מקרה.

- יום מייצג** - אחד הימים ב, ג, ד, ה בשבוע. (למעט ימי חג או ארוץ, יום לפניו ויום אחריו, ימים בהם בתי העסק סגורים, או ימי פגרת בתי הספר במידה והרמזור בקרבת בתי-ספר).
- מהירות** - בהנחיות אלה הכוונה למהירות נסיעה מעשית, אלא אם צויין במפורש אחרת. מהירות נסיעה מעשית היא המהירות בקטע דרך נתון, אשר 85% מכלי הרכב נוסעים בפועל לאט ממנה, בשעות השפל.
- מחזור עמוס** - מחזור שבו הירוק מנוצל במלואו וחלק מהרכב שהמתין - לא עבר, דהיינו "זרימת רוויה" (SATURATION FLOW)
- מקדם העומס** - היחס בין מספר המחזורים העמוסים לסה"כ המחזורים בפרק הזמן ובכוון הנבדקים. (L.F.)
- רמת שרות** - מדד לאיכות זרימת התנועה בצומת. דרגות רמת השרות נקבעות בהתאם למקדם העומס (L.F.), ע"פ התרשים שלהלן:

תרשים מס' 1: רמות שרות



ג. הרמזור:

- רמזור** - תמרוור הכוונה לבקרת התנועה, המורה לתנועה להיעצר או להתקדם, בהתאם למערכת הקצאת זמנים. הקצאה זו יכולה להיות קבועה מראש, מוכתבת בחלקה או במלואה ע"י התנועה (באמצעות גלאים), באמצעות בקרה מרכזית או בתפעול-ידני.
- פנס** - תיבה תקנית בה מותקן אור או מערכת אורות צבעוניים המורים את אותות הרמזור בהתאם ללוח התמרורים.
- גלאי נוכחות** - מתקן המגיב על המצאות רכב במקום מוגדר ומעביר מידע זה למנגנון הרמזור או למערכת הבקרה, במשך כל שהיית הרכב במקום.
- גלאי מעבר** - מתקן המגיב על המצאות רכב במקום מוגדר ומעביר מידע זה למנגנון הרמזור או למערכת הבקרה, בצורת אות קצר אחד.
- תכנית זמנים** - תכנית להקצאת הזמנים ברמזור (בלע"ז: פרוגרמה).
- מחזור (cycle)** - משך הזמן הדרוש להשלמת מהלך מלא של אותות הרמזור בהתאם לתכנית הזמנים.
- שלב** - חלק מהמחזור, הכולל מופע אחד, או צירוף מופעים המופעלים בעת ובעונה אחת. (בלע"ז: פאזה).
- מופע** - תנועה או צירוף תנועות מאותו כוון התקרבות, המופעלים באמצעות סדרת פנסים נפרדת. מופע כולל את האותות: צהוב/אדום/ירוק/צהוב.

פרק 2: ניתוח ההצדקה להצבת רמזורים

2.1 מטרות הרימזור

הרמזור נועד לאפשר זרימת תנועה יעילה ובטוחה ככל האפשר במערכת הדרכים, ע"י הפרדה בזמן בין התנועות הנוגדות בצומת.

כדי למלא ייעוד זה, על הרמזור להשיג את המטרות הבאות:

- שיפור זרימת התנועה ע"י צמצום זמני עיכוב, ניצול מיטבי של קיבולת המערכת, הבטחת רציפות הזרימה לאורך דרכים עורקיות וכו'.
- שיפור הבטיחות ע"י הקטנת ההסתברות לתאונות דרכים, הקטנת הנזקים בנפש וברכוש עקב תאונות בצומת, הגנת הולכי רגל בחצית הכביש.

המחקרים בנושא מראים שכאשר נפחי התנועה בצומת אינם מגיעים למינימום מוגדר, אין בדרך כלל להשיג היעדים הנ"ל ע"י התקנת רמזור בצומת. יתרה מזו, התקנת רמזור שאיננו מוצדק יכולה אף לגרום להגדלת זמני העיכוב ובמיוחד להרעת תנאי הבטיחות.

בצמתים "עמוסים" (נפחי תנועה מעל למינימום המוגדר) שלגביהם רמזור תקין עשוי לתת פתרון לבעיות זרימת התנועה, ניתן בדרך כלל להקטין את חומרת התאונות, אם כי לא תמיד מושגת הקטנה במספרן.

לכן יש לבדוק בכל מקרה אם לא ניתן לשפר את הצומת באמצעים אחרים ולהימנע מהתקנת רמזור, זאת במיוחד כאשר אין הרמזור מוצדק מבחינת נפחי התנועה.

2.2 בדיקה מוקדמת

לפני שנגשים לתכנון רמזור, יש לבדוק אם אמנם מוצו כל האפשרויות האחרות להסדר התנועה, הניתנות לבצוע.

בין האמצעים האחרים ניתן למנות:

- פתיחת שדות ראייה
- הצבת תמרורים למתן זכות קדימה
- הוספתם, הרחבתם ו/או סימונם של נתיבי תנועה וייעוד נתיבים מיוחדים לפניות.
- התקנת איי-הכוונה, איי-הפרדה ו/או איי-מקלט להולכי רגל.
- סימון מעברי-חציה והכוונת הולכי-רגל ע"י מעקות בטיחות.
- הגבלות עצירה בהתקרבות לצומת (ע"י תמרורי ב-29 או סימון ד-15).
- העתקת תחנות אוטובוסים
- הקטנת מספר הניגודים בצומת ע"י איסור פניות, ו/או קביעת מערכות תנועה חד-סטריית באזור הצומת.

(ראה תרשים מס' 2 בעמ' 4/ה).

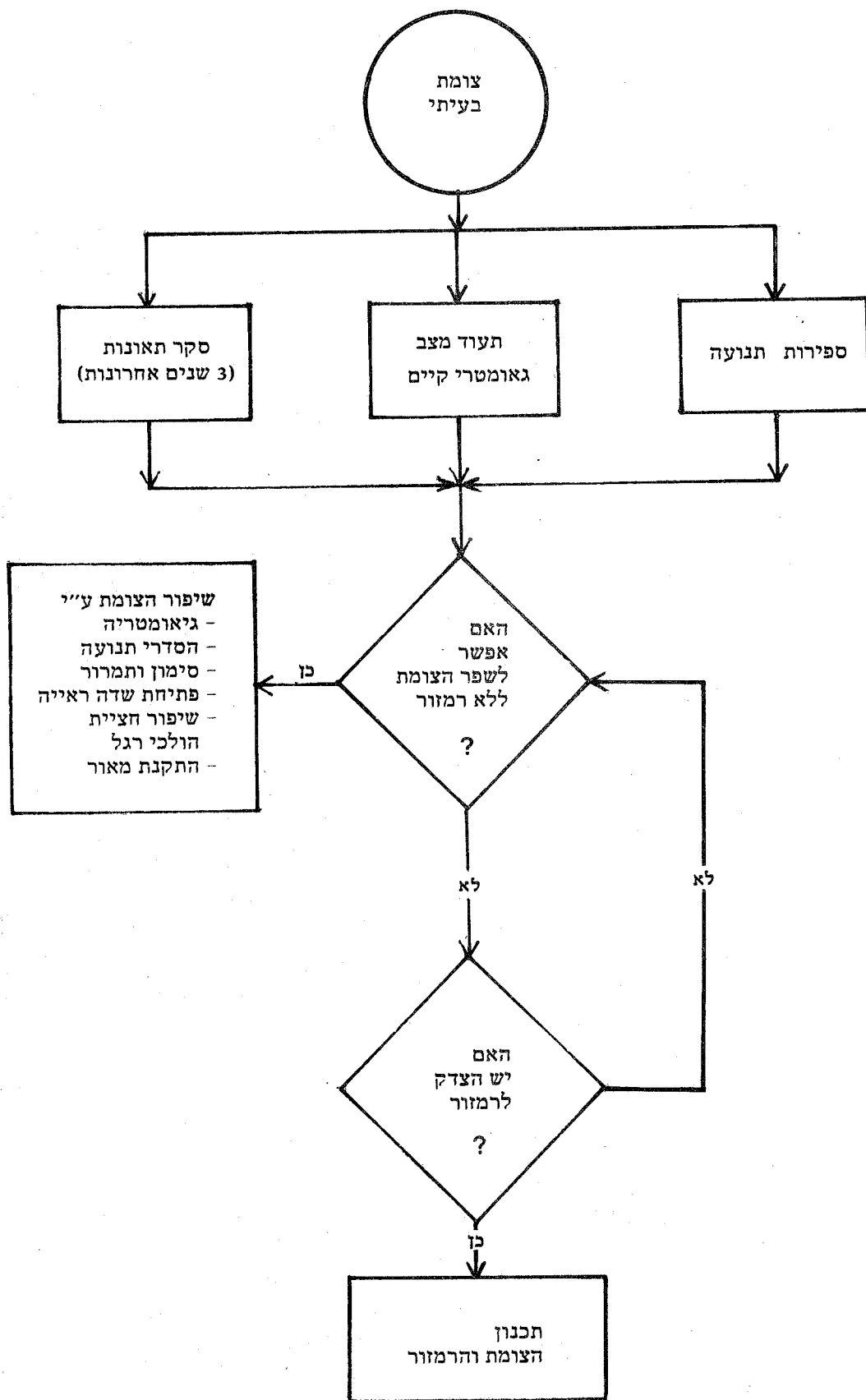
2.3 הנתונים הדרושים:

לצורך בדיקת ההצדקה להצבת רמזור, יש לאסוף ולעבד את הנתונים הבאים:

א. נפחי תנועה

- ספירות ידניות של כל התנועות בצומת, (מכל כוון ולכל כוון) לפי 3 סוגי רכב (יר"מ כללי) במשך 12 שעות רצופות של יום מייצג.
- בנוסף לכך יערכו ספירות תנועה באמצעות מונים אוטומטיים בכוון התקרבות ראשי אחד ומשני אחד, במשך 7 יממות רצופות.
- במקרים מיוחדים רשאי מהנדס המחוז של משרד התחבורה לדרוש ספירה ידנית מלאה לפי כל סוגי הרכב ו/או לשחרר מן הצורך בספירה השבועית. במקרה זה תבוצע הספירה הידנית המלאה במשך 16 שעות רצופות של יום מייצג.

תרשים מס' 2: מהלך סכימטי של בדיקת הצדק להתקנת רמזור



ב. הולכי-רגל

ספירות הולכי-רגל ייערכו לפי החלטה של מנהל המחוז במשרד התחבורה לצורך בחינת קיום הצדק לרמזור על בסיס חציית הולכי-רגל, בחינת האפשרות לביטול מעברים ו/או התקנת לחצנים במקרה של מיעוט הולכי-רגל.
ספירת הולכי-רגל החוצים בצומת תיערך, אם יוחלט על כך, במשך 8 שעות, מתוך השעות שנפקדו באופן מלא לפי סעיף א' דלעיל.
שמונה שעות אלה אינן חייבות להיות רצופות, אך עליהן לכלול את שעות השיא של תנועת כלי הרכב ואת שעות השיא של תנועת הולכי הרגל.
ספירת הולכי-רגל תעשה לאורך קטע דרך באורך של 25.0 מ' מכל צד של המעבר המיועד.

ג. תאונות דרכים

יוכן תרשים תאונות דרכים, המציין את תאונות הדרכים עם נפגעים שארעו בצומת. לפי סוגיהן, במשך שלש השנים האחרונות.

2.4 הצדקים להתקנת רמזור

התקנת רמזור מותנית בקיומו של לפחות אחד ההצדקים הבאים:

- א. נפחי תנועת רכב בצומת
- ב. מספר הולכי-רגל חוצים.

א. הצדק מס' 1: נפחי תנועת רכב

ההצדק מתקיים כאשר במשך 8 שעות העמוסות ביותר של יום מייצג, הנפח הכללי של כלי הרכב הנכנסים לצומת למעט פניות חפשיות - עולה על 10.000 יר"מ, שמהם לפחות 1500 יר"מ באים מן התנועות המשניות. (ראה תרשים מס' 3 א' בעמ' 7/ה).

ב. הצדק מס' 2: חציית הולכי רגל

בצומת:

בצומת בו לא מתקיים הצדק נפחי תנועת הרכב (הצדק מס' 1), אבל קיימים בו קשיי חציה להולכי רגל - ניתן להצדיק רימזור הצומת כלו, במגמה לסייע להולכי הרגל לחצות את הכביש בצורה מסודרת ובטוחה יותר.

הצדק זה מתקיים כאשר צירוף מספר הולכי הרגל החוצים במעבר חציה אחד ונפחי תנועת הרכב העוברים עליו, במשך כל אחת מ-8 שעות העמוסות ביותר של יום מייצג, נופל כשטח המוגדר כמצדיק רימזור בתרשים מס' 3 ב בעמ' 7/ה

לא בצומת:

מטעמי בטיחות יש להמנע ככל האפשר מהתקנת רמזורים שלא בצמתים. במקרים מיוחדים, בהם קיים ריכוז גבוה של הולכי רגל במעבר חציה שלא בצומת ניתן להתקין רמזור, רק בדרכים עירוניות בהן:

1. מחירות הנסיעה של 85% מכלי הרכב אינה עולה על 60 קמ"ש.
2. מרחק הרמזור (המעבר) המוצעים מהצומת הקרוב,

באיזור מרכז העיר - לפחות 100 מ'.

באזורים עירוניים אחרים - לפחות 300 מ'.

הצדק זה מתקיים כאשר צירוף מספר הולכי הרגל החוצים במעבר חציה ונפחי תנועת הרכב העוברים עליו, במשך כל אחת מ-8 שעות העמוסות ביותר של יום מייצג, נופל בתחום המוגדר כמצדיק רימזור בתרשים מס' 3 ג' בעמ' 7/ה. בכל מקרה חייב מעבר חציה מרומזר שלא בצומת, להיות מדגש באופן מיוחד, כולל תאורת לילה.

ג. שקולים נוספים להצדקים

בנוסף לנאמר לעיל, קיימים גורמים המשפיעים על התועלת שניתן להפיק מהפעלת רמזור, שיש להביאם בחשבון השיקולים להתקנת הרמזור.

1. במידה וכתוצאה מאי מתן זכות-קדימה לרכב או להולכי רגל, ארעו בצומת (או בקטע):

- 5 תאונות בשנה האחרונה, או

- 7 תאונות בשנתיים האחרונות, או

- 9 תאונות בשלש השנים האחרונות,

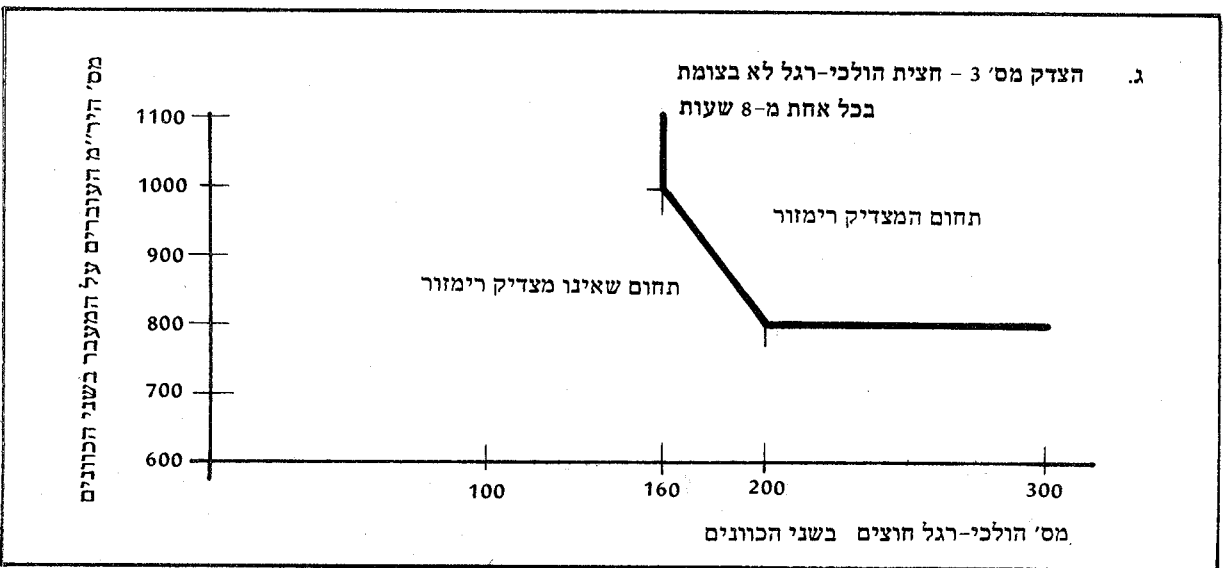
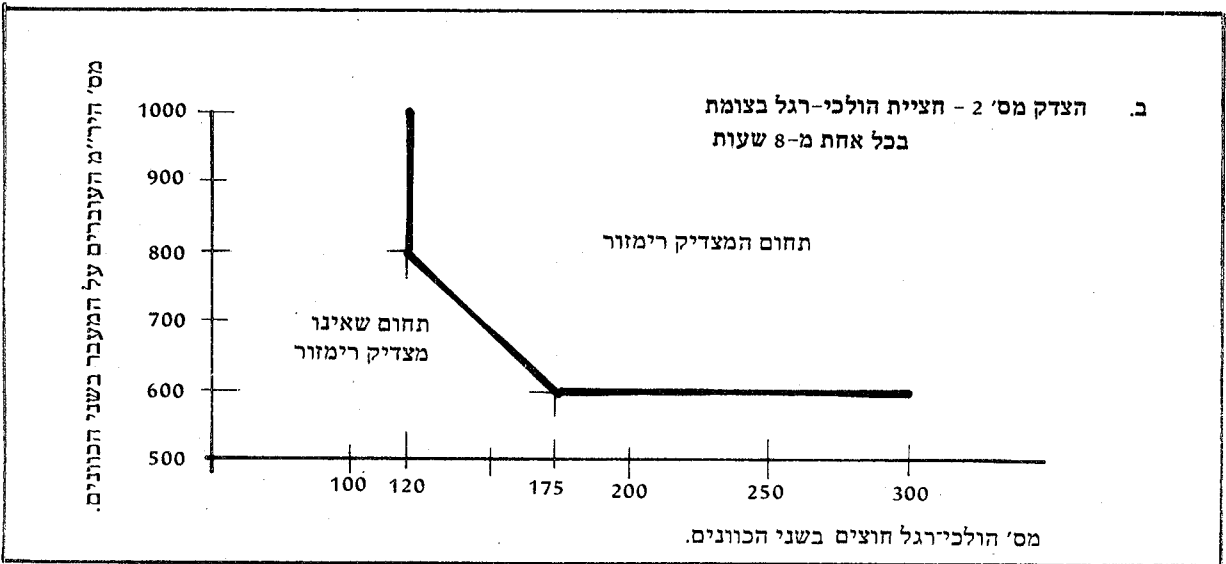
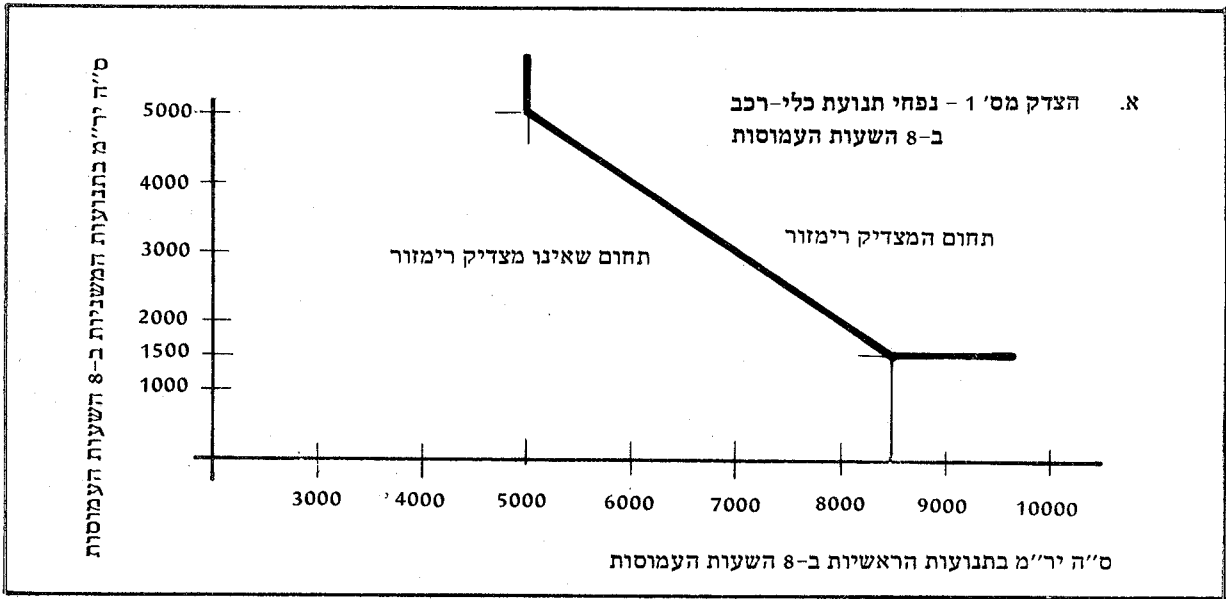
אזי מתקיימים תנאי ההצדק בערכים הנמוכים עד ל-20% מן המוגדר בתרשים מס' 3.

2. תנאים גיאומטריים, תפעוליים ואחרים משפיעים במידה שונה ממקרה למקרה על קביעת ההצדק. בגלל המורכבות של תנאים אלה וצירופיהם, קשה לקבוע מראש הגדרות כמותיות באופן חד-משמעי. היות וכך, רשאי מהנדס המוחזז של משרד התחבורה להוסיף או להפחית עד 20% מדרישות ההצדק, בגין שיקולים שונים כגון:

שדה ראייה מוגבל, מהירויות התקרבות גבוהות, קיום מפרדה ורחבה, צומת ד (קמץ), הפעלת גל-ירוק וכו'.

3. הכאתם בחשבון של התנאים השונים הנזכרים בסעיף 1 ובסעיף 2 דלעיל לא תוכל לגרום להפחתה מצטברת של יותר מ-30% מן ההצדק.

חרשים מס' 3: הצדקים להתקנת רמזור



פרק 3: הסדרים כלליים לצומת מרומזר

3.1 עקרונות לרימזור התנועות השונות

- א. אותות הרמזור יתנו בצורה אשר תמנע ניגודים בין תנועות של כלי רכב וכן בין תנועות של כלי-רכב עם הולכי רגל במעברי חצייה.
- בכל מקרה בו הדבר ניתן, מן הראוי לשלב תנועות ומופעים לשלבים משותפים במגמה לייעל את פעולת הרמזור.
- ב. כל תנועה אשר אינה יוצרת ניגוד עם תנועה אחרת, יש לשאוף להפעילה בצורה חפשית, מחוץ לבקרת הרמזור. כאשר מעבר חציה מסומן בנתיב של תנועה חפשית, אין להציב בו פנסים להולכי רגל.
- הפעלה זו מתיחסת בד"כ לפניות ימינה.
- ג. שלוב בין תנועות מתמזגות של כלי רכב ניתן לתפעל בשלב משותף באור ירוק לשתי התנועות המתמזגות, כאשר מתקיימים שלושת התנאים הבאים:
- מספר הנתיבים היוצאים מן הצומת בכיוון המתמזג גדול או זהה לסכום הנתיבים הנכנסים לצומת עבור התנועות המתמזגות.
 - קיים אורך השתורות מספיק בהתאם למהירות ההתקרבות.
 - ההסדר הגיאומטרי של הצומת מבטיח כי התנועה אמנם תתנהל בכיוון אותות הרמזורים, והנתיבים מסומנים בצורה ברורה עד מעבר לצומת.
- ד. כאשר מספר הנתיבים היוצאים מן הצומת קטן ב-1 ממספר הנתיבים הנכנסים אל הצומת בתנועות המתמזגות, ניתן להפעיל התמזגות בשלב אחד, באור ירוק לתנועה הראשית וצהוב מהבהב לתנועה המשנית.
- דבר זה יתכן רק כאשר התנועה המשנית נכנסת לצומת בנתיב יחיד.
- במקרה זה יש להגדיר את חובת מתן זכות הקדימה ע"י הצבת תמרור ב-36 לפני מקום ההתמזגות, בצמוד לעדשה הצהובה.
- כמו כן יש להגדיר כוון התנועה אליו מתיחס האור הצהוב המהבהב ע"י תמרור מתאים (ב-42 עד ב-44) מעל לעדשה הצהובה.
- ה. למרות האמור לעיל, ניתן לשלב גם פניה ימינה מבוקרת של כלי-רכב עם תנועת הולכי רגל החוצה במעבר חציה ביציאה מהצומת. דבר זה ניתן להיעשות כאשר מספר הולכי-הרגל המבקשים לחצות באותו מעבר-חציה במחזור אחד, וגם מספר כלי הרכב הפונים ימינה באותו פרק זמן יכולים להשלים את פעולתם במשך השלב המשותף המיועד להם.
- במקרה זה יש להתקין פנס נוסף בעל אות צהוב-מהבהב עם דמות אדם (תמרור מס' 8-ה, ראה גם פירוט בפרק 4) הסדר דומה ניתן לביצוע גם בפניה שמאלה מכביש חד-סטרי לכביש חד-סטרי אחר.
- לא רצוי להפעיל הסדר זה לגבי פניה שמאלה בכבישים דרסטריים, אלא במקרה שלא נמצאה אפשרות אחרת לתפעול יעיל של הרמזור. במידה והדבר ניתן ומבלי לפגוע בזמני הפינוי, רצוי להתחיל האור הירוק להולכי-רגל לפני התחלת האור הירוק לפניה ימינה (או שמאלה), כדי לאפשר לנוהגים ברכב לראות את הולכי-הרגל החוצים ולתת להם זכות קדימה.
- האור הצהוב המהבהב יתחיל יחד עם הדלקת האור הצהוב/אדום לרכב הפונה, ויסתיים עם גמר האור הצהוב. כאשר יש צורך לקצר האור הירוק להולכי-רגל המשותף עם פניה של רכב, יש לעשות זאת בסוף המופע להולכי רגל, על מנת להבטיח להם זכות קדימה בהתחלה, במקרה זה יופסק ההבהב הצהוב בסוף זמן הפינוי להולכי הרגל.
- כאשר אין נתיב בלעדי לפניה ימינה יש להסדיר, עד כמה שאפשר, מקום המתנה לרכב הפונה לפני מעבר החציה כך שלא תגרם הפרעה לזרימה הישרה. במקרים בהם לא ניתן להסדיר מקום המתנה, אפשר להפעיל הסדר זה רק כאשר זמן העיכוב לזרימה הישרה בגלל השילוב הנ"ל, הוא פחות מ-25% של הזמן הירוק של המופע.

3.2 עקרונות לתכנון גיאומטרי-תפעולי של צומת מרומזר

א. במגמה לצמצם את משך הזמנים הבין-ירוקים בצומת, יש לתכנן את הצומת כך ששטח הניגור דים בצומת יהא מצומצם ככל האפשר.

במגמה לקצר את משך המחזור, רצוי לבטל את כוונני הזרימה אשר נפח התנועה הצפוי בהם הינו קטן באופן יחסי, וניתן לכוונם לדרכים חליפות. הסדר זה חשוב בעיקר לגבי פניות שמאלה. במגמה להגדיל את קיבולת הרמזור ולהקטין את זמני ההמתנה ואורך טורי הרכב הממתינים לאור ירוק, רצוי להרחיב במידת האפשר את מסלולי ההתקרבות לצומת. אולם דבר זה מחייב שמירת המשכיות הנתיבים אחר הצומת כדי לקלוט את זרימת התנועה היוצאת - לפחות למרחק שיספיק להשתזרות.

בתנועה ישרה ניתן למדוד את מרחק ההשתזרות החל בקו העצירה בכניסה לצומת, בפניות יש למדוד מרחק זה החל מסוף הפניה ביציאה מהצומת.

במקרים יוצאים מן הכלל, באיזורים עירוניים צפופים, ניתן לוותר על מרחק השתזרות מלא - בתנאי שחלק מן התנועה המשתמשת בנתיבים אלה פונה בצומת ימינה ו/או שמאלה.

ב. תכנון נתיבי התנועה בכל התקרבות וחלוקתם לפי תנועות יעשו בהתאם לנפחי התנועה הצפויים בכל תנועה. אם קיים צורך בפניות שמאלה או ימינה, רצוי להסדיר עבורן נתיבי המתנה מיוחדים. בכל מקרה בו הפניה שמאלה או ימינה הופעלה במופע השונה מזה המיועד לתנועה הישרה - יש הכרח לספק נתיב המתנה מיוחד, אחד או יותר, בלעדית לאותה פניה.

ג. אורך נתיבי המתנה יותאם לנפח התנועה המירבי הצפוי בשעת השיא, במסלול ההתקרבות לצומת.

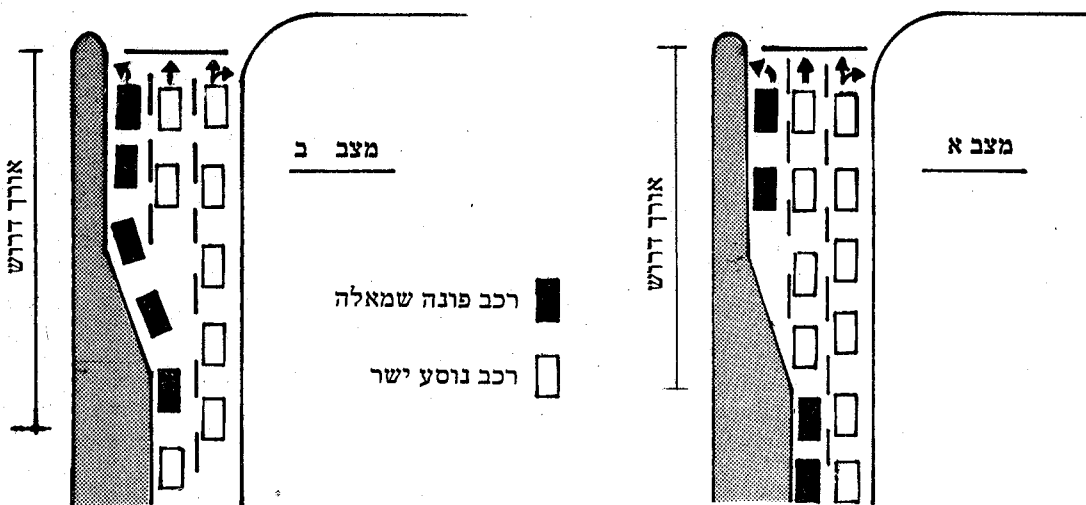
יש לחשב את אורך נתיבי המתנה לפניות לפי:

- המספר המירבי של מכוניות למחזור הצפוי להמתין לפניה האמורה ימינה או שמאלה.
- המספר המירבי של מכוניות למחזור הצפוי להמתין לנסיעה ישר.
- הבדיקה הכפולה נועדה למנוע שני מצבים: (ראה תרשים מס' 4 בעמוד זה)

מצב א: אורך הנתיב המיוחד לפניה שמאלה (או ימינה) מספיק לקלוט את כל הרכב הפונה, אולם עקב אורכו של תור המכוניות המתכוונות לנסוע ישר - אין באפשרותו של הרכב הפונה להגיע לנתיבו.

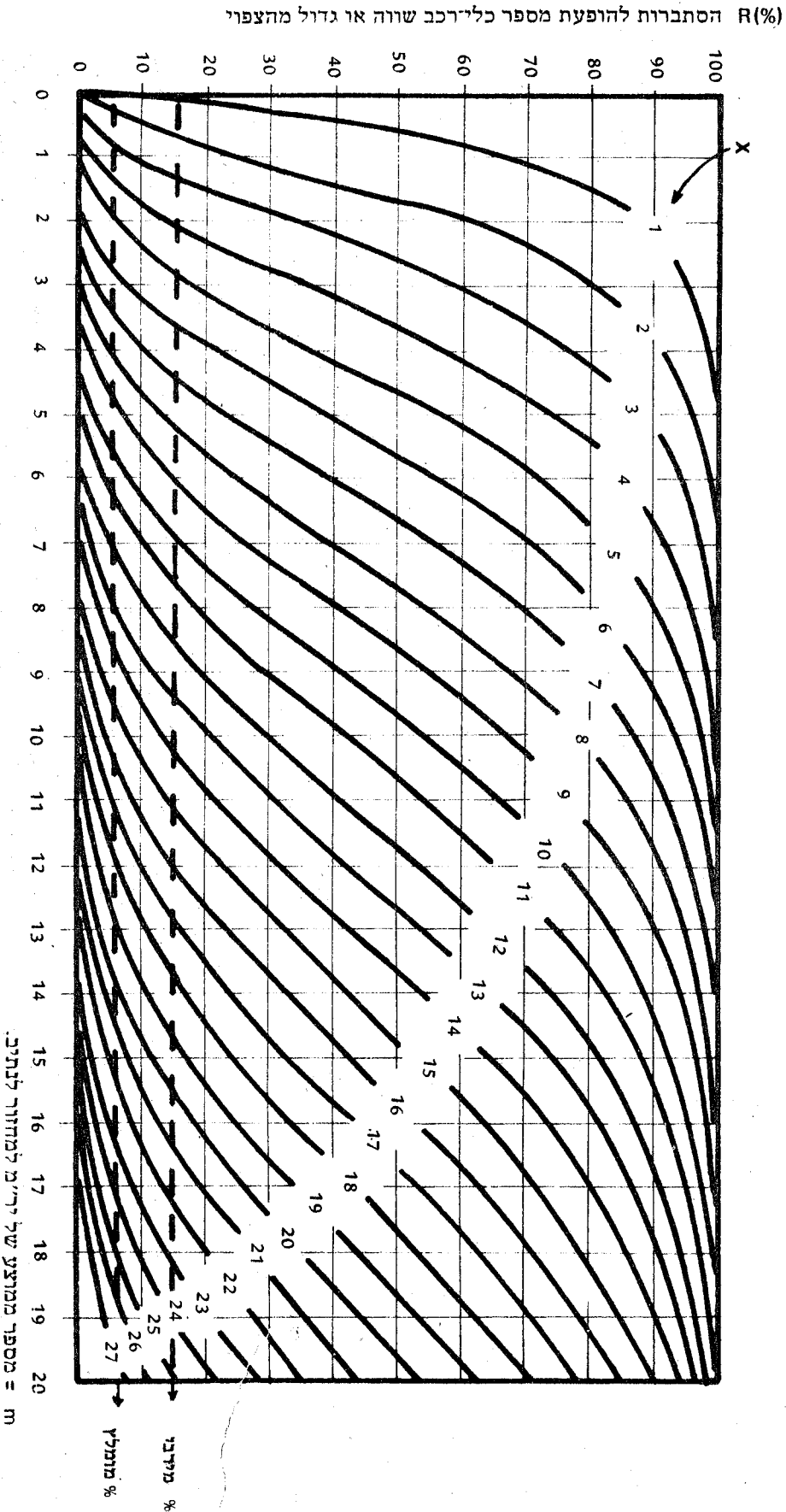
מצב ב: אורך הנתיב המיוחד לפניה שמאלה (או ימינה) קטן מכדי לקלוט את כל הרכב הפונה. עקב כך נאלצות המכוניות הנוספות להמתין בנתיב המיועד לנסיעה ישר. דבר זה מונע מהרכב הנוסע ישר לעבור את הצומת עם הנתן האור הירוק בכוונו.

תרשים מס' 4: אורך נתיבי המתנה לפניות



תרשים מס' 5: מספר מירבי (x) של כלי-רכב הצפוי במחזור אחד בתלות
 בגודלי התנועה ובאחוזי הסתברות (לפי נוסחת פואסון)

$$R = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{e^{-m} \cdot m^x}{x!}$$



m = מספר ממוצע של ר"מ למחזור לתחב.

% מירבי
 % מומלץ

חישוב אורך הנתיב לכל מקרה יעשה לפי הגרף בתרשים מס' 5 (בעמ' ה/10) בו ניתנים, ע"פ נוסחת "פואסון", הערכים המירביים הצפויים למעשה (בהנחת אחוז כשלון) בתלות בממוצע המחושב של מכוניות למחזור.

(למקרה זה מומלץ להשתמש באחוז כשלון של 5% ולא יותר מ-15%). כתוצאה סופית יש לקחת את האורך הגדול יותר מבין השניים. אורך מכונית ממוצעת לצורך החישוב יהיה 6.0 מ'. אם קיים אחוז גבוה של אוטובוסים ומשאיות יש לתכנן לפי אורך ממוצע של 12.0 מ' למכונית.

ד. נתיבי ההתקרבות יסומנו בחיצי הכונה על פני הכביש, בהתאם להנחיות לסמון חיצים (ד-13). יש להקפיד שהחץ הראשון בכוון ההתקרבות יראה בכל מקרה, ולא יוסתר ע"י הצטברות כלי הרכב הממתינים.

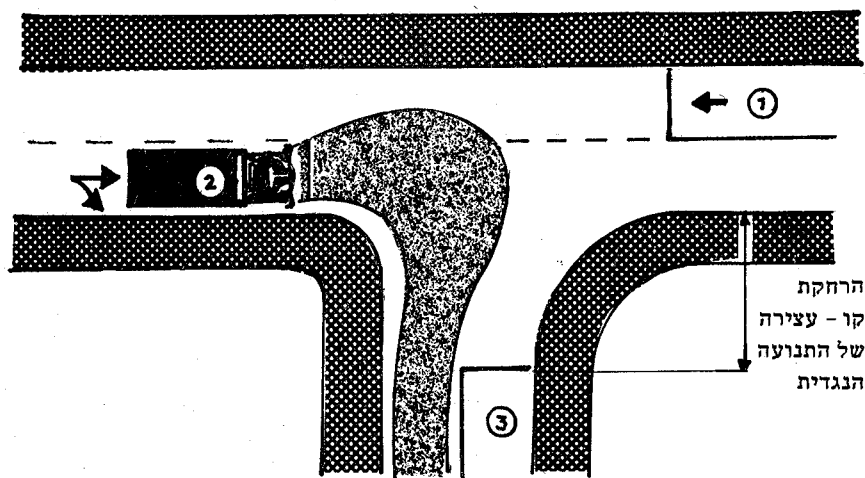
אם אין כל אפשרות להוסיף נתיבי המתנה מיוחדים לפניות ויש עדיין הכרח לייעד אחד מהנתיבים הקיימים לצורך פניה בלעדית, יש לסמן נתיב זה בהתאם להנחיות לסמון נתיבים המשנים את יעודם (ד-5).

ה. ככלל, יש לאסור עצירת כלי רכב מכל סוג בנתיבי ההתקרבות לצומת ובהמשכם מעבר לצומת, כדי לוודא אפשרות פנוי הצומת ללא הפרעה.

המרחק המזערי האסור בעצירה לפני הצומת, ייקבע בהתאם לאורך ההצטברות הצפוי של כלי הרכב הממתינים בכל כוון. למרות זאת, מתוך שקולים של העדפת התחבורה הציבורית, ניתן במרכזי הערים למקם תחנות אוטובוסים בתחום הנדון. במידת האפשר ימוקמו כל התחנות במפריצים.

ו. לפניות מומלץ לקחת בחשבון רדיוס פנימי של 15 מ' אך לא פחות מ-10 מ'. כאשר רדיוס של 10 מ' אינו אפשרי (באזורים עירוניים צפופים) יש לוודא שקיימת אפשרות לחריגת הרכב הפונה מתחום נתיבו, מבלי להפריע לתנועה אחרת באותו שלב כאשר חריגה כזו אינה אפשרית ולא ניתן לבטל את הפניה, יש להעתיק אחורה את קוי העצירה ועמודי הרמזור המיועדים לרכב המתקרב מן הכוון הנגדי - כדי למנוע סכנת התנגשות. (ראה תרשים מס' 6 בעמ' זה).

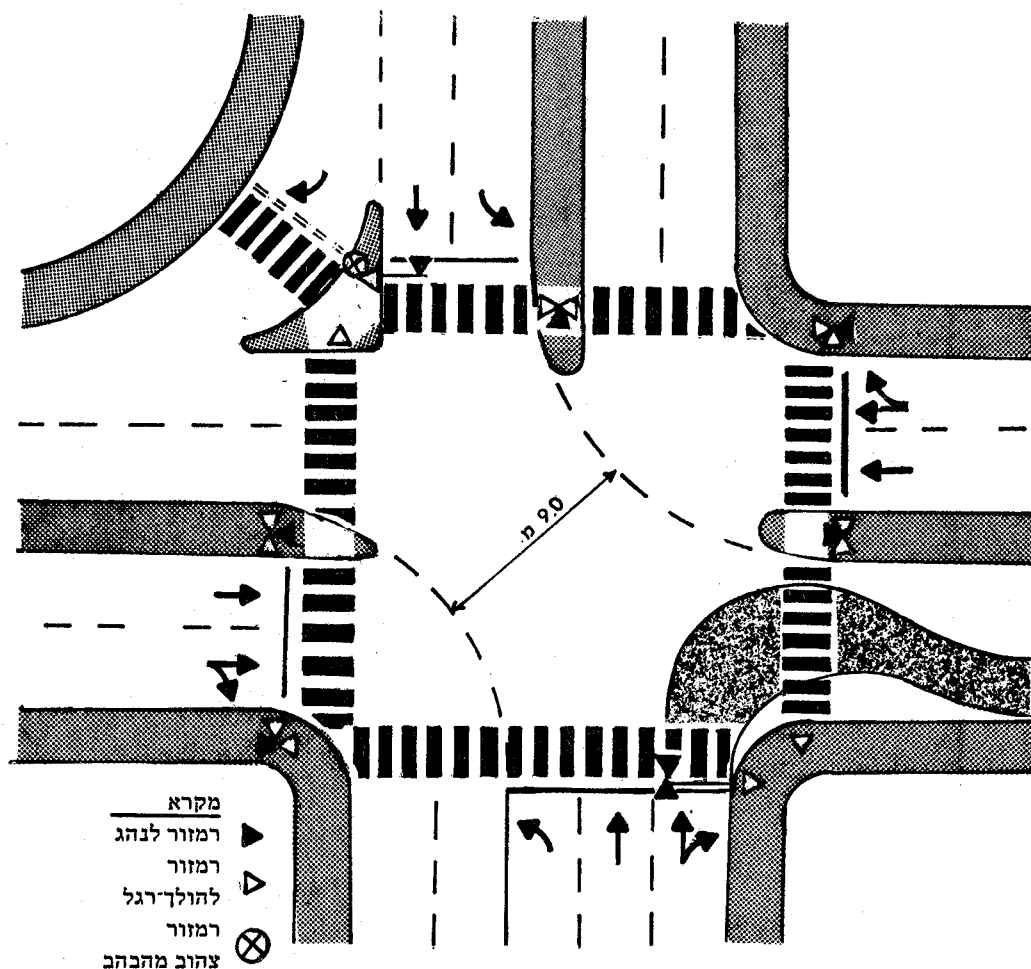
תרשים מס' 6: פניה חורגת בצומת מרומזר



מופע 2 אינו יכול להיות מופעל יחד עם מופעים 1+3

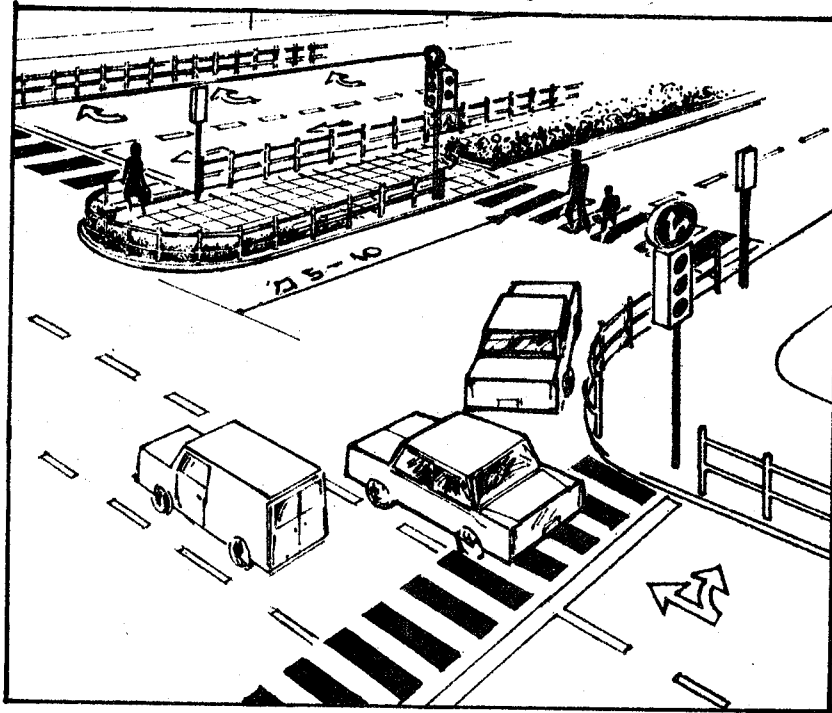
ז. במקרה של הפעלת שתי פניות שמאלה זו מול זו באותו שלב, יש לוודא קיום מירווח מיזערי של 9.0 מ' בין הרדיוסים הפנימיים של שתי הפניות (ראה תרשים מס' 7 בעמ' זה), כאשר הרדיוסים המזעריים הם 15.0 מ'.

תרשים מס' 7: דוגמה להסדר צומת מרומזר



- ה. מיקום מעברי-חציה בצומת מרומזר יתוכנן על פי הנאמר בחוברת "הנחיות לתכנון מעברי-חציה להולכי רגל" ועל פי השיקולים הבאים:
- במגמה לצמצם, ככל האפשר, את שטח הצומת יש למקם את מעברי החציה קרוב ככל האפשר אל הצומת, צמוד לקו העצירה לרכב.
 - מעברי החציה יהיו קצרים ככל האפשר.
 - מעברי החציה ימצאו ככל האפשר בהמשך הטבעי של זרימת הולכי הרגל במדרכות.
 - בצמתים בהם אפשר להפריד את הפניה ימינה ע"י אי תנועה, יש לרכז על אי התנועה את המשך שני מעברי החציה הסמוכים.
 - במידה ופניה ימינה משולבת עם חציית הולכי רגל באותו שלב, מבלי שקיים עבודה נתיב המתנה בלעדי - יש לשקול את העתקת מעבר החציה, מבלי שיגרמו לעכוב הזרימה הישרה (ראה תרשים מס' 8 בעמ' ה/13).

תרשים מס' 8: העתקת מעבר החציה למניעת עיכוב הזרימה הישרה



ט. רוחב מעברי החציה יהיה בהתאם להנחיות למעברי חציה (תרשים מס' 9 בעמ' ה/14). אופן סמון מעברי החציה ייעשה בהתאם להנחיות סמון על פני הדרך (ד-11).

י. צומת מרומזר בו קיימת חציית הולכי רגל, יוקף במדרכות או בשבילים להולכי רגל, לפחות עד מעבר למעברי החציה, או עד לתחנות האוטובוסים הסמוכות לצומת - לפי המקרה הארוך יותר. רוחב המדרכות יהיה לפחות 2.0 מ'.

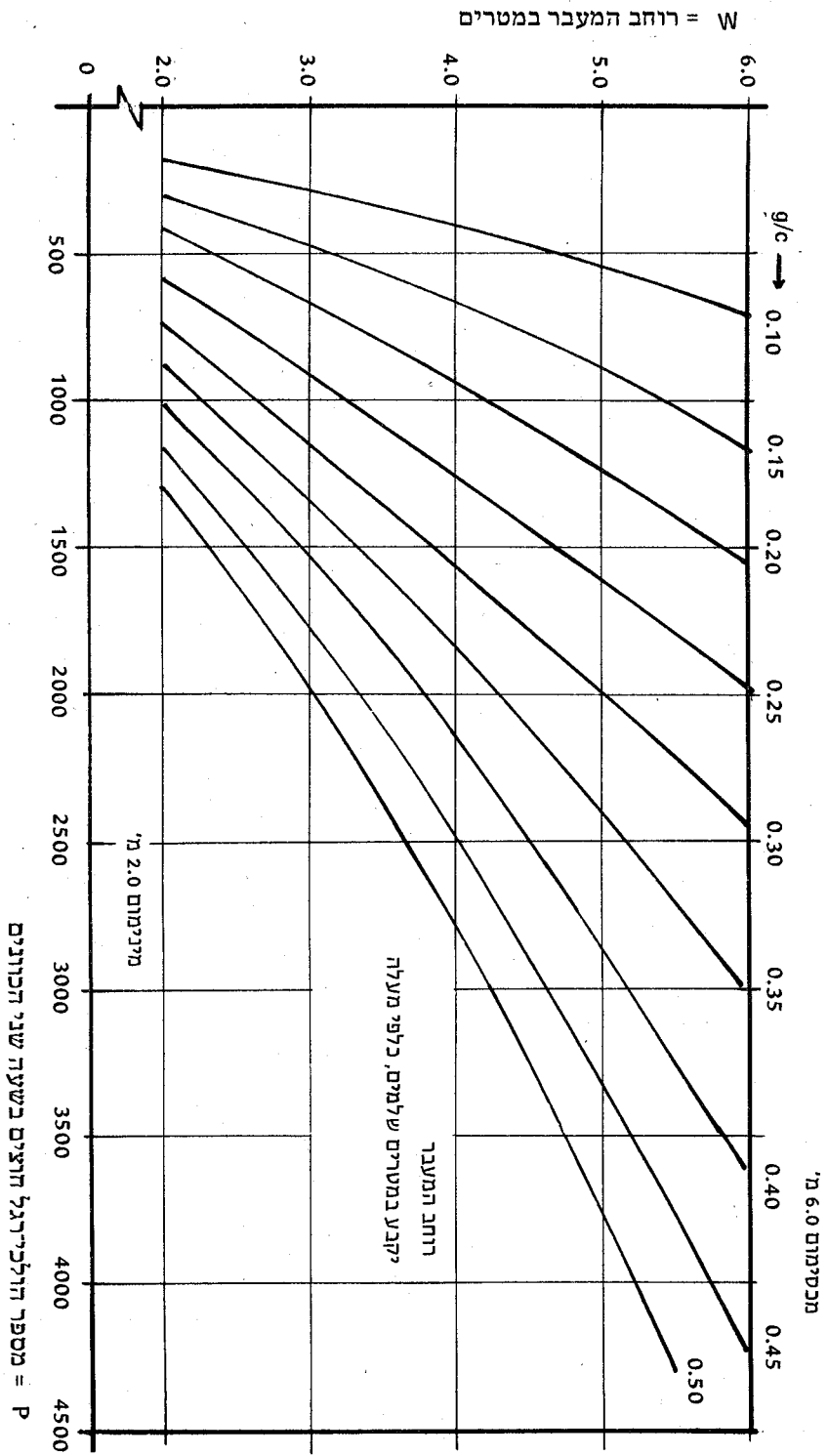
במקרים בהם מעברי החציה אינם ממוקמים בקו ההליכה הטבעי של החוצים, יותקנו מעקות בטיחות אשר יכוונו את הולכי הרגל אל מעברי החציה, במגמה למנוע חציית הולכי רגל שלא במעברי החציה המסומנים.
מעקות הבטיחות יותקנו בהתאם להנחיות לסימני עזר (ו-8).

יא. איי הפרדה והדרכה בצומת מרומזר ייבנו ויסומנו בהתאם להנחיות לסימון על פני הדרך (ד-14). אבני השפה של איי - ההדרכה יותקנו ככל האפשר בנסיגה של 1.0 - 0.6 מ' מנתיב התנועה ובוזית אשר תיצור משפך לקליטת התנועה. בקטע האיים בהם צפויה המתנת הולכי רגל, יותאם רוחב האי למספר הולכי הרגל הממתנים הצפוי - ולא יהיה קטן מ-2.0 מ'. בכל מקום בו יוצבו עמודי הרמזורים באיים מרכזיים, יש להקפיד כי רוחבם של האיים לא יהא קטן מן הרוחב הנ"ל.

אם הפניה ימינה מופרדת ע"י אי-תנועה, יורחק האי משפת הכביש ב-5.0 מ'. במקרה של פניה חדה רצוי להרחיב עד 6.0 מ' (ראה תרשים מס' 7 בעמ' ה/12)

יב. צמתים מרומזרים יוארו בתאורת רחובות מלאה ויעילה. יש להקפיד כי מעברי החציה יהיו מוארים בתאורה רציפה. אם הצומת מבודד יש להמשיך את התאורה בו מעבר לתחנות הסמר כות אליו, ולמרחק נוסף מכל צד של הצומת, בעוצמת אור היורדת בהדרגה מן הצומת. פרטים ראה ב"הנחיות לתכנון מאור בדרכים".

תרשים מס' 9: רוחב מעבר-חצייה מרומוז בתלות למספר הולכי-הרגל החוצים בשעה ר- G/C



פרק 4: אופן התקנת רמזורים

4.1 ההתקרבות לצומת מרומזר

כדי לאפשר עצירה בטוחה של רכב המתקרב לצומת מרומזר, יש לדאוג לאזהרה מוקדמת ולתנאי ראייה טובים של אותות הרמזורים.

א. פנסי הרמזור חייבים להראות ממרחק רב ככל האפשר מכוון ההתקרבות, בתנאי המקום.

המרחקים המזעריים הרצויים לראית הרמזור בתלות במהירות ההתקרבות הם:

עד 60 קמ"ש - 80 מטר.

70 קמ"ש - 120 מטר.

80 קמ"ש - 160 מטר.

ב. תמרורי מודיעין, "רמזור לפניך" (ג-20) יוצבו בהתאם להנחיות להצבתם בדרכי התקרבות לצומת מרומזר בדרכים לא-עירוניות ככלל, ובדרכים עירוניות במקרים מיוחדים. בכל מקרה מומלץ להציב תמרורים אלה לתקופה מסוימת עם התקנת רמזור חדש.

4.2 צורת הרמזורים

א. פנסי הרמזורים יהיו במתכונת המפורטת בלוח התמרורים (ה-1 עד ה-10).

ב. אם ניתנים בכוון התקרבות אחד אותות רמזור למופעים שונים בזמנים שונים, ייקבע זוג פנסים נפרד לכל מופע הפועל בזמן שונה. במקרה זה יופיע מעל לכל פנס תמרור הוריה (מן הסידרה ב-40 עד ב-47), המורה על התנועה או התנועות אליהם מתייחס הפנס.

צורתם, גודלם ואופן הצבתם של התמרורים הנ"ל יהיו בהתאם למפורט בלוח התמרורים ובהנחיות לתמרורי הוריה. תמרורים אלה חייבים להיות מוארים בתאורה פנימית בשעות החשיכה.

ג. כאשר פנס מיועד למתן אותות לרכב ציבורי בנתיבי תנועה בלעדיים, במופעים השונים מהתנועה הכללית באותו כוון - יש להתקין תמרור ב-35 מואר מעל הפנס האמור. במקרה כזה אין צורך בתמרור מן הסדרה ב-40 עד ב-47, ובמקומו יופיעו בעדשה הירוקה חצים בהתאם לכווני הנסיעה המותרים לרכב הציבורי (ה-4).

ד. עדשות הרמזורים תהיינה עגולות. הקוטר הבסיסי של העדשות הירוקה והצהובה יהיה לפחות 20 ס"מ ושל העדשה האדומה 30 ס"מ. בצמתים בהם מהירות ההתקרבות היא מעל 50 קמ"ש, תהיינה כל העדשות בקוטר 30 ס"מ. בכל מקרה בו מותקן בעדשה הירוקה חץ לפניה (ה-4), (כמוסבר בסעיף ג' לעיל ובסעיף 4.3 להלן) - יש להשתמש בעדשות בקוטר 30 ס"מ.

ה. מעל לכל עדשה ברמזור יותקנו מגיני שמש (מצחיות) אשר יאפשרו הבחנה ברורה באותות הרמזור בכל שעות היום.

במקומות בהם מורכבים הפנסים על רקע השמים יש להתקין לוחות רקע שחורים מאחוריהם. במקומות בהם מופנים ראשי הרמזורים בכוון מזרח/מערב והרמזור חשוף לשמש - יש להתקין אמצעי הגנה כנגד סינוור ע"י השמש, כגון: עדשות "פנטום", מצחיות ארוכות, צינורות, הפנית הפנסים כלפי מטה בשעור של 3 מעלות מן האנך וכד'.

ו. יש להקפיד על קביעה נכונה של זוויות הפנסים כך שייראו היטב ע"י הנהגים או הולכי הרגל להם הם מיועדים. יש להתקין סידורים מתאימים אשר יבטיחו כי הכוון יישמר יציב והפנסים לא יסתובבו.

- כאשר אותות הרמזור יכולים להיראות גם מכווני התקרבות להם אינם מיועדים יש לנקוט בפעולה למניעת אפשרות של טעות או אי הבנה. השיטות המומלצות:
- הרכבת מיצחיות מיוחדות מסביב לעדשות.
 - התקנת רמזורים מיוחדים המתוכננים להגבלה אופטית של זווית ותחום יכולת ההבחנה באותותיהם.
 - התקנת תריסים אנכיים בניצב לעדשה, תוך כוון הפנס למרכז הנתיב אליו הוא מיועד.

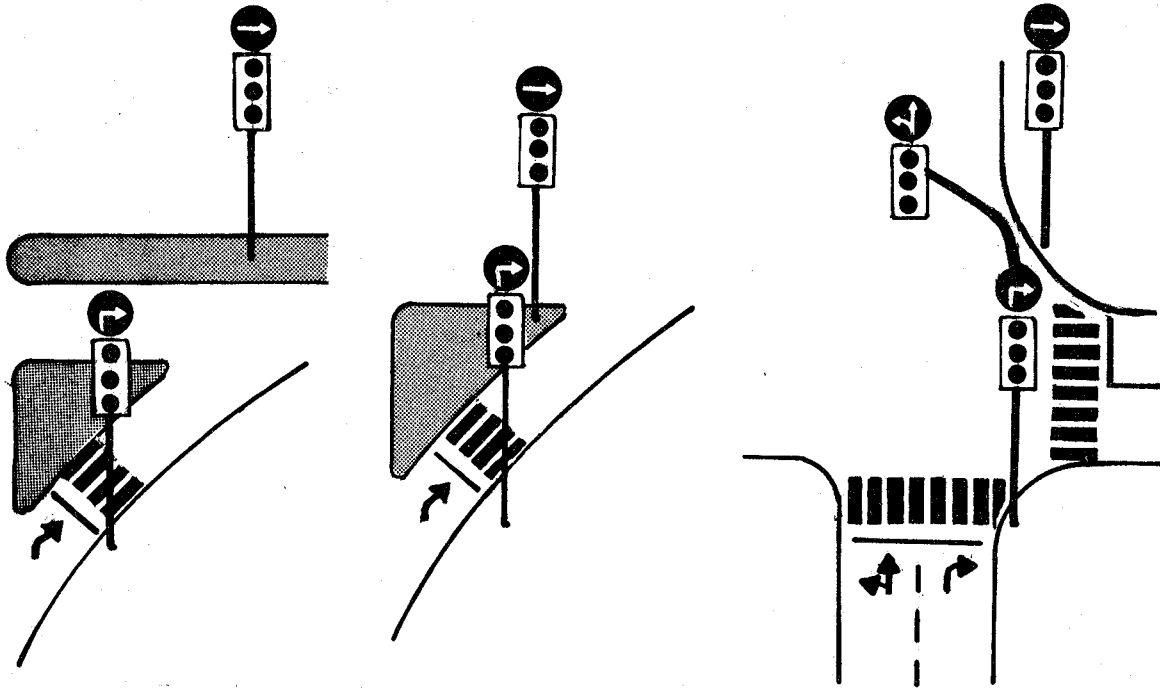
ז. על רשות התימרור המקומית לדאוג כי במרחק של 30 מטר מתחום צומת מרומזר לא יותקנו או יופעלו פנסים, שלטים או סימונים מוארים באחד מן הצבעים השמורים לרמזורים, דהיינו אדום, צהוב וירוק.

4.3 מתכונת הרמזורים בצומת

א. עמודים

1. מיקום עמודי הרמזור בצומת ייעשה בכל מקרה לפי הצורה הגיאומטרית והתפעולית של הצומת. העמודים יוצבו כך שימלאו את יעודם העיקרי: לשאת את הפנסים ולהציג כל פנס לנהג הנזקק לו.
2. לכל מופע יותקן רמזור "קרוב", בסמוך לקו-העצירה שלפני הצומת, ורמזור "רחוק" מעבר לצומת.
3. הרמזור ה"קרוב" יותקן באופן שייראה לעיני הנהג המתקרב לצומת, ממרחק רב ככל האפשר, ולמשך זמן ארוך ככל האפשר.
4. הרמזור ה"רחוק" יותקן באופן שייראה תמיד לעיני הנהג הממתין ברכב הראשון לפני קו העצירה.
5. גובה הפנסים יקבע, בכל מקרה, כך שיתמלא היעוד העיקרי, כמוזכר בסעיף 1 לעיל, לפי תנאי המקום. הדבר מתייחס לכל אופני ההתקנה של הפנסים: על עמוד רגיל, על עמוד שוט או על מתקן עלי.
6. בד"כ יותקן הרמזור "הקרוב" בצד הימני של מסלול הנסיעה. בכביש חד-סטרי, בעל 3 נתיבי התקרבות או יותר, יש להתקין לפני הצומת פנס נוסף מצדו השמאלי של הכביש, או מעל נתיבי הנסיעה.
7. בכביש חד-סטרי, כאשר קיים מופע נפרד לפניה שמאלה - יוצב הרמזור "הקרוב" לפניה זו בצדו השמאלי של הכביש.
8. בד"כ, יוצב הרמזור "הרחוק" מצדו השמאלי של מסלול הנסיעה. אם קיים חשש שהפנס לא ייראה היטב ממקום זה - ניתן להציבו מעל נתיבי הנסיעה ביציאה מהצומת, בעזרת זרועות הארכה (שוט), או בצדו הימני של המסלול ביציאה מהצומת.
9. רמזור "רחוק" המיועד לפניה נפרדת ימינה, יוצב תמיד בצידו הימני של מסלול הנסיעה הראשי. (למרות הנאמר בסעיף 7 לעיל). (ראה תרשים מס' 10 בעמ' 17/ה).

תרשים מס' 10: מיקום הרמזור שמעבר לצומת לפניה נפרדת ימינה



ב. עם אי-משולש

א. בלי אי-משולש

9 כאשר קיימת בצומת מפרדה רחבה (שדרה) ו/או במקרה של צמתים סמוכים הקרובים מאד אחד לשני, רצוי להתיחס למערכת כזו כצומת אחד מבחינת הרמזור (מיקום העמודים וזמני הפינול).

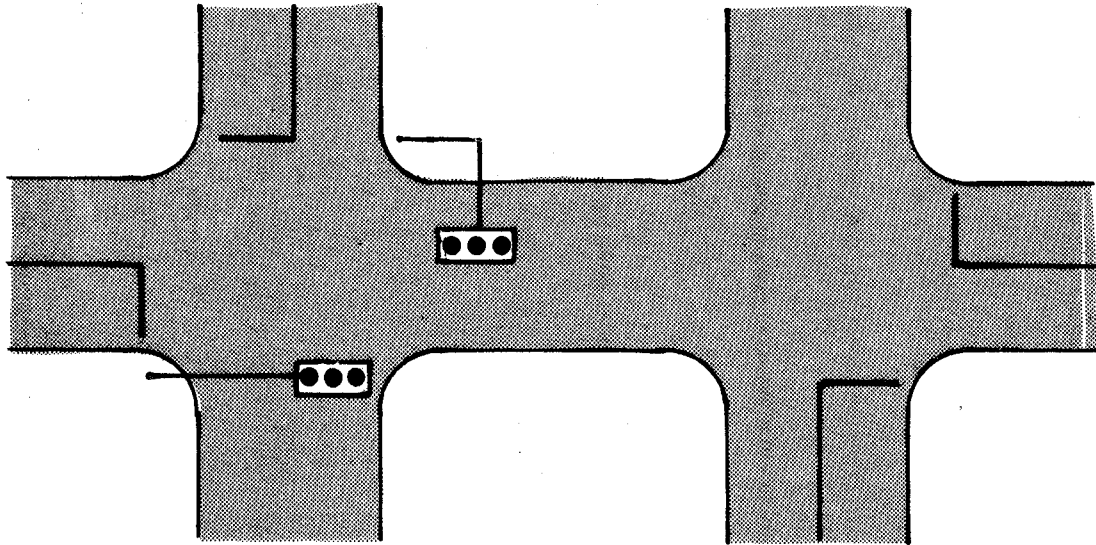
במידה ומיקום עמודים כזה עלול ליצור אי-בהירות מבחינת התמצאות הנהג, ניתן למקם העמודים בצורה שונה מזו המתוארת בסעיפים לעיל, כך שהעמוד הרחוק ימוקם מעבר לצומת הראשון בכיוון ההתקרבות (ראה תרשים מס' 11 בעמ' 18/ה). זמני הפינול יחושבו, במקרה זה, לכל המערכת כצומת אחד.

במידה והסדר זה מחייב זמני פינול ארוכים מדי בנסיבות המקרה, יש לפרק את המערכת לצמתים נפרדים הן מבחינת מיקום העמודים והן מבחינת חישוב זמני הפינול.

במקרה זה יש לנקוט באחת הפעולות הבאות כדי להבטיח שמיקום הפנסים לא יצור בלבול לנהגים:

- שימוש באמצעים טכניים אשר יבטיחו כי אותות הרמזור ייראו רק לנהג לו הם מיועדים. (צנור, תריסים, ציוד אופטי מיוחד וכו').
- אם הדבר לא ניתן, יש למנוע אפשרות לבלבול ע"י הפעלה בו-זמנית של המופעים העלולים ליצור את הבלבול.

תרשים מס' 11: אופן מיקום עמודים בצמתים סמוכים ו/או במפרדה רחבה (שדרה)



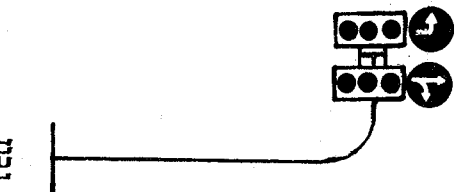
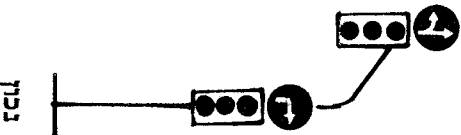
ב. פנסים

1. כאשר קיימים מספר מופעים לתנועות שמאותו כוון התקרבות, יש להבליט את האותות המיועדים לתנועה הישרה. (ראה בתרשים מס' 12 בעמ' 19/ה דוגמאות א, ב).
2. לא יותקנו יותר מ-2 פנסים בס"ה על אותו עמוד באותו גובה. (ראה בתרשים הנ"ל דוגמא ג').
3. כאשר קיימים שני פנסים באותו גובה על עמוד אחד, הפנס המיועד לתנועה הישרה (בנפרד או במשותף עם פניה), יוצב תמיד כשהוא הימני בין השניים. (ראה בתרשים הנ"ל דוגמא א').
4. כדי למנוע ריבוי אותות, אין להתקין על אותו העמוד יותר מפנס אחד למופע - גם לא בגבהים שונים. (ראה בתרשים הנ"ל דוגמא ד').
5. כדי למנוע בלבול הנהגים, יש להציב תמרורי הוריה זהים (מסדרת התמרורים ב-40 עד ב-47) על כל הפנסים של אותו מופע, הן ברמזור "הקרוכ" והן ברמזור "הרחוק".
6. כאשר ניתנות פניות ימינה או שמאלה במופע נפרד, יש להשתמש בחצים על פני העדשה הירוקה (רמזור ה-4 בלוח התמרורים). במקרה זה תהיינה העדשות בקוטר 30 ס"מ. חץ ירוק כזה אינו פוטר מן הצורך להציב תמרור מסוג ב-40 עד ב-43 מעל הפנס.

ג. תנועה חפשית בצומת מרומזר (פניה ימינה)

- כאשר ניתנת תנועה חפשית (בד"כ פניה ימינה), יותקן פנס מהבהב צהוב (ה-8) בשלוב עם תמרורי ב/37-36 + ב/43-45 בהתאמה.
- בפניה ימינה או שמאלה יותקן הפנס בד"כ בתוך שטח האי המשולש, סמוך לנתיב הפניה. יעוד הפנס להודיע לנהג כי התנועה האמורה מתבצעת שלא ע"פ אותות הרמזור הרגילים (ה-1 עד ה-7), אלא ע"פ כללי זכות הקדימה, הן לגבי חציית הולכי רגל והן לגבי ההשתלבות בתנועת הרכב החוצה. אם סומן מעבר חציית החוצה את מסלול התנועה, הפנס (ה-8) יצויד בדמות הולך רגל (ראה תרשים מס' 13 בעמ' 20/ה).

תרשים מס' 12 : דוגמאות לצירופי פנסים ברמזור לפני הצומת

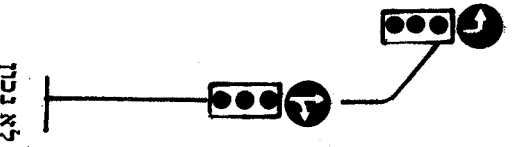
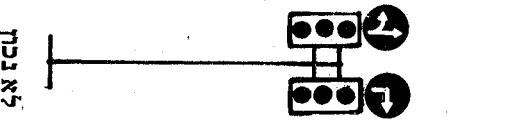
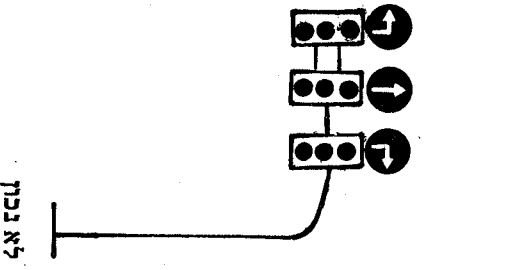
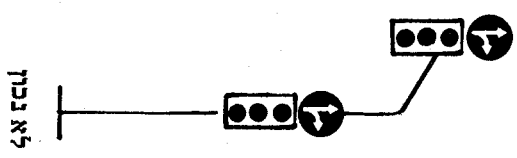


ד

ג

ב

א



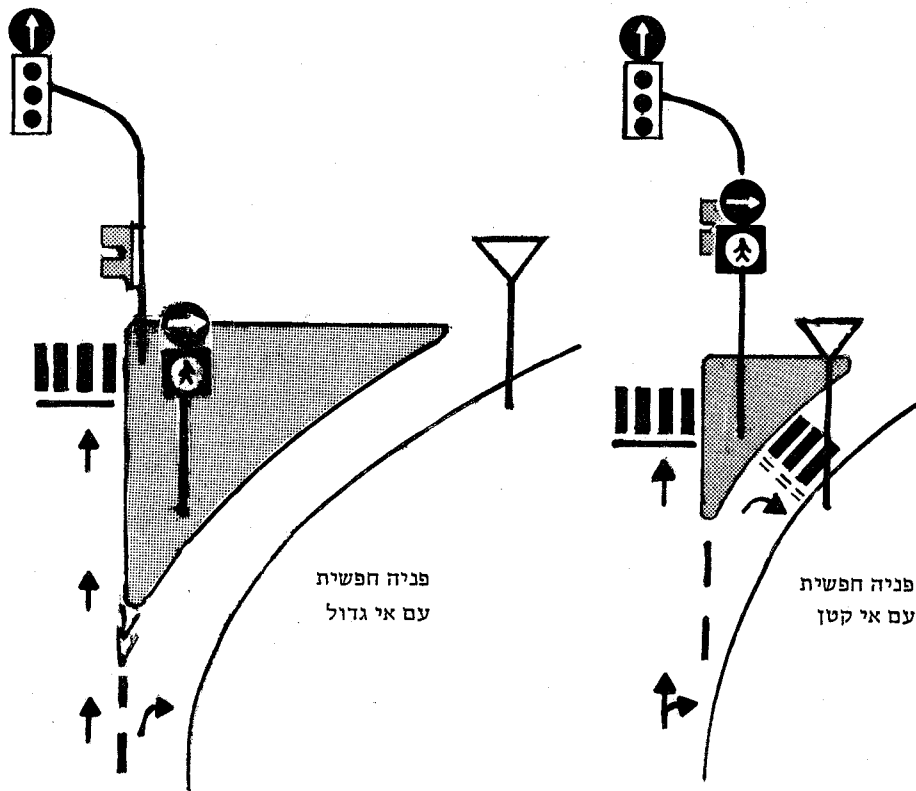
לא נכר

לא נכר

לא נכר

לא נכר

תרשים מס' 13: פניה חפשית בצומת מרומזר



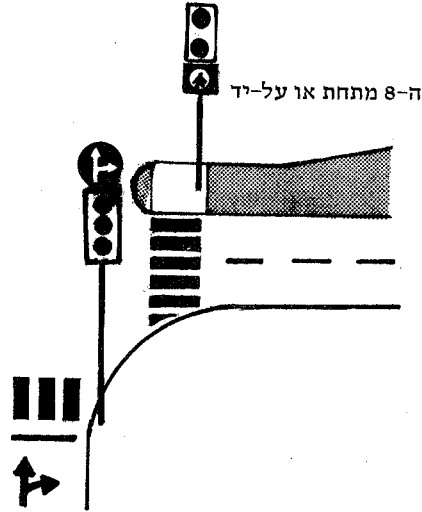
ד. פניה לא חפשית משולבת עם הולכי-רגל

כאשר פניה ימינה או שמאלה מבוצעת באור-ירוק, בו בזמן עם חצית הולכי-רגל במעבר חציה יותקן פנס צהוב מהבהב (ה-8 עם דמות הולך רגל) המיועד להזהיר את הנהג הפונה כי הולכי רגל עלולים להמצא במעבר יחד אתו. בד"כ יוצב פנס זה במפרדה בדרך החוצה, או במדרכה שממול אם אין מפרדה, מתחת לפנס ה-9, ה-10 להולכי רגל, על אותו עמוד, (ראה תרשים מס' 14 בעמ' 21/ה). בפניה ימינה אל כביש דו-סטרי, במקרים בהם יש חשש כי פנס זה יוסתר מעיני הנהג הפונה, ניתן להתקינו על העמוד של הפנס להולכי רגל שמימין לפניה. בכל מקרה יש להקפיד כי הפנס המהבהב יותקן כך שהנהג הפונה יוכל לראותו היטב בעת פנייתו גם מבלי שיצטרך להסיט את מבטו מהולכי הרגל החוצים במעבר.

ה. רמזורים להולכי-רגל

רמזורים להולכי רגל יותקנו משני צידי הכביש, בתחום מעבר החצייה, באופן שהולך רגל הממתין במדרכה יוכל להבחין בפנס המותקן מולו. כאשר מעבר החצייה מחולק לקטעים על-ידי מפרדה, יותקנו פנסים נפרדים עבור כל קטע של המעבר. במעבר חצייה הצמוד לקו העצירה יש להתקין את הפנסים להולכי-רגל בתחום המעבר רחוק ככל האפשר מקו העצירה. דבר זה ניתן להשיג ע"י הצבת עמוד נוסף או על ידי מוטות הארכה אופקיים מהעמוד הסמוך לקו העצירה.

תרשים מס' 14: פניה לא חפשית משולבת בתנועת הולכי-רגל



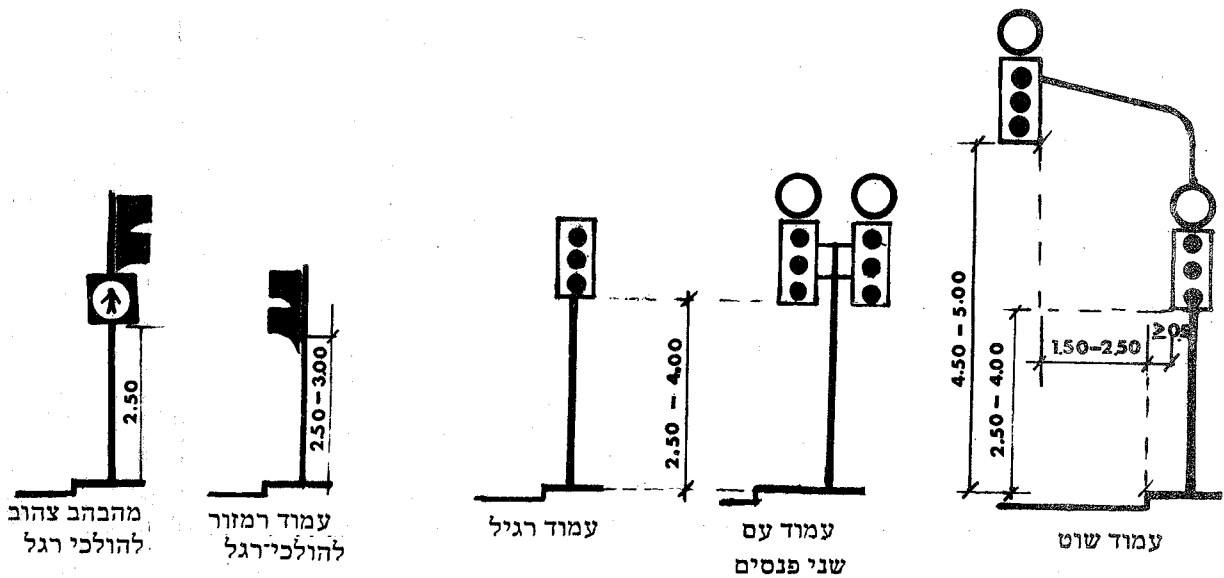
ג. מידות ומרחקים ברמזורים

פנסי הרמזורים יהיו מותקנים באחד האופנים הבאים:

(ראה תרשים מס' 15 בעמ' זה).

1. בצידי מסלול התנועה או בתוך איי-תנועה ומפרדות, על עמודים, כך שתחתית הפנס תהיה בגובה מ-2.50 מ' עד 4.0 מ' מעל המסעה או האי. מרחק העמוד משפת המדרכה יהיה כ-80 ס"מ ובתנאי ששום חלק של הפנס לא יימצא פחות מ-50 ס"מ משפת המיסעה.

תרשים מס' 15: עמודי רמזור (כל המידות במטרים)



2. מעל לנתיבי התנועה, באופן שתחתית הפנס תהיה בגובה של לא פחות מ-4.50 מ' ולא יותר מ-5.0 מ' מעל המיסעה ע"י זרועות הארכה המעוגנות בעמודים הניצבים בצידי הדרך (עמודי שוט), או ע"י מתקן עילי המותקן מעל לכל רוחב המיסעה.

3. תחתית הפנסים להולכי-רגל תהיה בגובה של 2.50 עד 3.0 מ' מעל המדרכה או האי.

ז. לחצנים להולכי רגל

1. אם וכאשר מותקן לחצן להולכי רגל במעבר חציה, חייב הלחצן להיות פשוט ועמיד בפני בריונות.

2. כדי להביא לידיעת הולכי הרגל את הצורך בשימוש בלחצן לקבלת אור ירוק, יש להבליט את הלחצן באמצעים הבאים:

- הקופסה בה מותקן הלחצן תהיה בצבע צהוב מחזיר אור (בגון המקובל כלוח התמרור רים), צבע זה יהיה אחיד בכל הרמזורים.
- מעל הקופסה יוצב שלט בולט (תמרור א-44) המצביע על הלחצן (צורת השלט ומידר תיו בהתאם לתרשים מס' 16 בעמ' ה/23).

3. הלחצן יוצב בגובה של כ-1.0 מ' מעל המדרכה, על מנת להקל השימוש בו.

4. על הקופסה ליד הלחצן יצוינו הוראות שמוש בנוסח "לחץ והמתן לירוק" - ע"פ המתואר בתרשים הנ"ל.

5. ליד הלחצן או בתוכו תותקן נורית בקרה (בצבע לבן) אשר תידלק עם הלחיצה, כדי להבהיר להולך הרגל שקריאתו נרשמה. הנורית תכבה עם הידלק האור הירוק במופע המבוקש.

6. כאשר הוא מותקן בתוך אי תנועה או מפרדה ימוקם הלחצן כך שימצא בכוון ההליכה המבוקש. בכך תמנענה הפעלות סרק של לחצנים שלא בכוון החציה המבוקש.

4.4 תמרורים בצומת מרומזר (הסדרת זכות הקדימה)

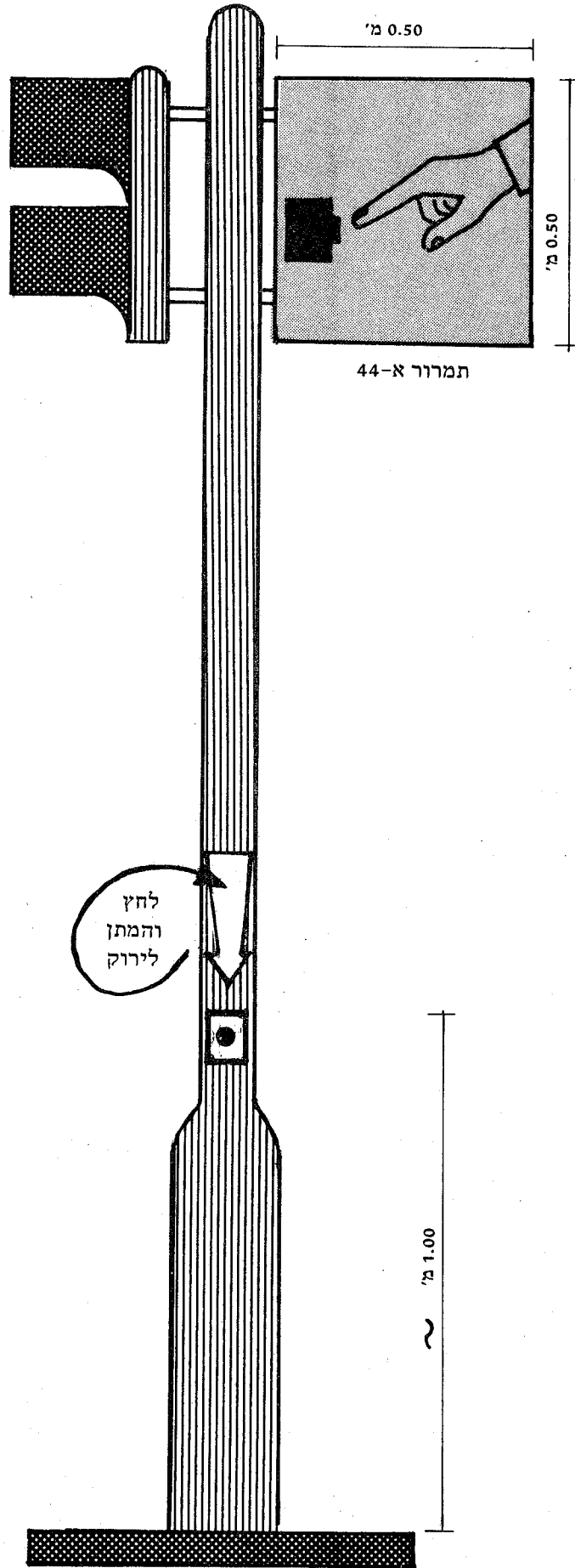
בכל צומת מרומזר יש לקבוע גם את הסדרי זכות הקדימה למקרה של מעבר להבהוב צהוב או הפסקת פעולת הרמזור כליל.

זכות הקדימה תוסדר על ידי הצבת תמרורי ב-36 או ב-37, בהתאם להנחיות להצבת תמרורים אלה.

יש להקפיד כי התמרורים האלה יותקנו על עמודי הרמזור מתחת לפנסים כך שלא יסתירו את אותות הרמזורים מעיני הנהגים המתקרבים או את התנועה בדרך החוצה.

אי לכך ניתן להציב תמרורים אלה נמוך מן האמור בהנחיות, בתנאי שהתמרור אינו מצוי בתחום התנועה השוטפת של הולכי הרגל. במקרה שאי אפשר להציב כך, אזי יש להרים את ראש הרמזור, כך שהצבת תמרורי זכות הקדימה מתחתיו תהיה בגובה התואם את הנחיות הצבת התמרורים, ולא תפריע לתנועת הולכי הרגל.

תרשים מס' 16: לחצן להולכי רגל - מיקום ושילוט הכוונה



4.5 מיקום מנגנון הבקרה

מבנה ארגו מנגנון הבקרה של הצומת יותקן במקום ממנו ניתן להבחין בכל כווני ההתקרבות או לפחות בכווני ההתקרבות העיקריים. במידה והדבר לא ניתן, יותקן תא מיוחד לתפעול-ידני במקום בו קיימת תצפית טובה לכל כווני ההתקרבות.

בכל מקרה יש להרחיק את ארגו המנגנון למרחק מתאים משפת המיסעה, כדי להגן עליו מפני רכב הסוטה מכוון הנסיעה וכדי למנוע הפרעה לתנועה השוטפת של הולכי הרגל.

פרק 5: אופן תפעול רמזורים

בתפעול רמזורים יש להבחין בין שלש אפשרויות באופן ההפעלה:

- א. בקרת צומת יחיד.
- ב. בקרת עורק תנועה ("גל ירוק" או "מערכת פתוחה").
- ג. בקרה איזורית או מרכזית ("מערכת סגורה").

5.1 בקרת צומת יחיד - רמזור בעל זמן קצוב מראש

רמזור זה מתופעל באמצעות תכניות זמנים מתוכננות מראש בהם נקבעו:

- סדר המופעים
- משך הזמנים הבין ירוקים
- משך זמן כל מופע
- משך זמן המחזור

בתפעול לפי שיטה זו קובעים בדרך כלל מספר תכניות זמנים המותאמות לנפחי תנועה שונים במשך היממה והשבוע. החלפת תכניות הזמנים נעשית באמצעות שרון לפי לוח זמנים שנקבע מראש.

בשיטה זו, התיאום בין פעילות הרמזור לנפחי התנועה תלוי:

א. במידת ההתאמה של נפחי התנועה שעליהם מבוססות תכניות הזמנים וזמני החלפתן לנפחי התנועה במציאות ("מקרר-תיאום").

ב. ביציבות נפחי התנועה בין מחזור למחזור במשך תקופת הפעילות של כל תכנית זמנים ("מיקרו-תיאום").

סוג זה של בקרה מתאים בדרך כלל, לצמתים עירוניים בעלי נפחי תנועה גדולים.
(על אופן קציבת הזמנים, ראה בפרק 6).

5.2 בקרת צומת יחיד - רמזור המופעל על ידי התנועה

א. רמזור זה מופעל באמצעות גלאים המשולבים בתכנית (או תכניות זמנים) המתוכננת מראש, בה נקבעו:

- סדר המופעים עם אפשרות של פסיחה על מופע שלא נדרש ע"י התנועה (תרשים זרימה).
- משך הזמנים הבין-ירוקים.
- משך זמן ירוק של כל מופע בין זמן מינימום לזמן מקסימום בהתאם לדרישות הארכת הזמן הירוק על ידי התנועה.
- יחידת הזמן להארכה של כל גלאי.

לפירוט נוסף בנושא השימוש בגלאים, בתכנון ובהפעלת רמזור - ראה "הנחיות לשימוש בגלאים ברמזורים" בהוצאת משרד התחבורה, המפקח על התעבורה.

ב. "הדרישה על ידי התנועה" נעשית באמצעות גלאים המגיבים על נוכחות כלי רכב בנתיבי ההתקרבות לצומת.

מבחינת פעילות הגלאים יש להבחין בין שתי סוגי פעולות:

- דרישה למופע או פסיחה עליו.
 - הארכת הזמן הירוק של מופע.
- קיימת גם אפשרות לבצע את שתי הפעולות יחד, באותו גלאי.

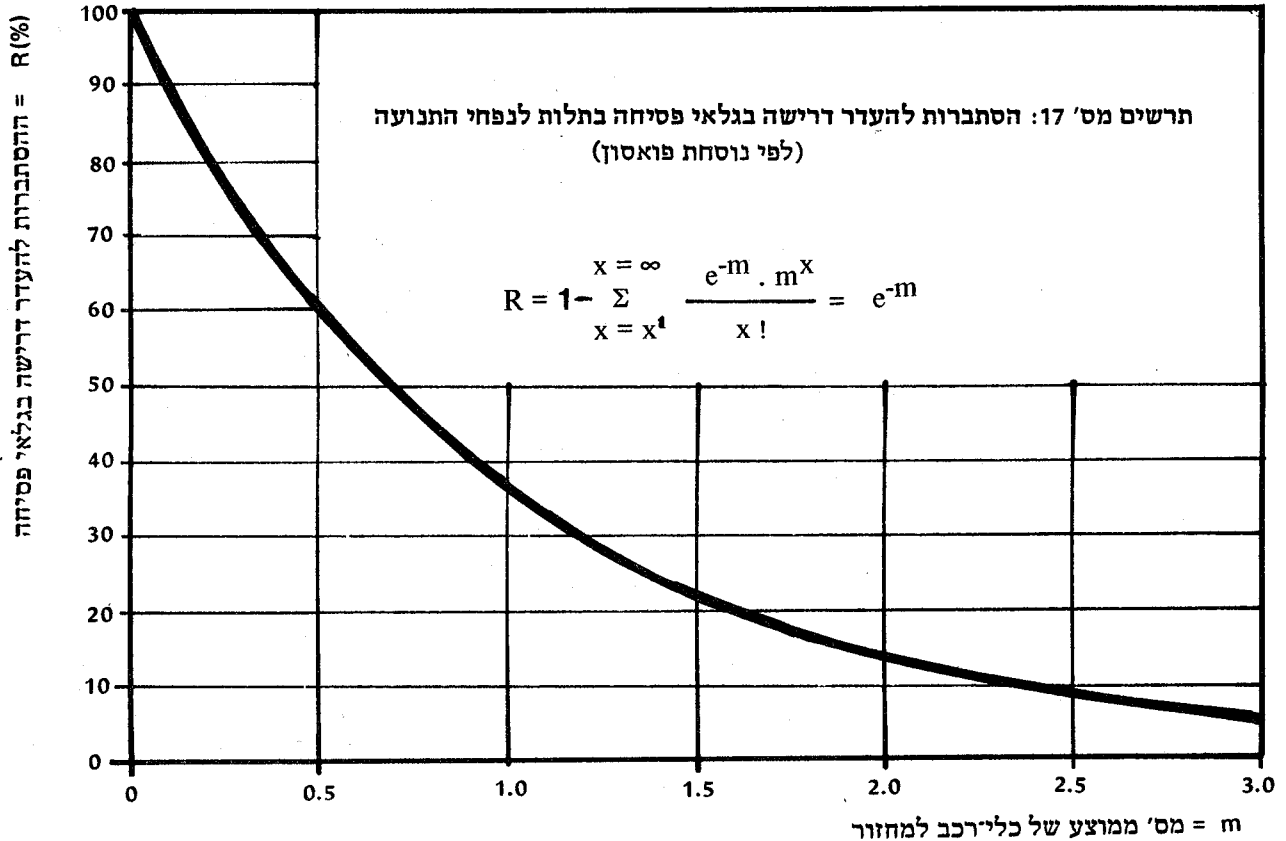
דרישה למופע או פסיחה עליו:

מומלץ להפעיל גלאים לפסיחה על מופע, כאשר נפחי התנועה של אותו מופע נמוכים עד כדי כך שבחלק מהמחזורים לא יהיה אפילו רכב אחד.

לאמדן ההסתברות של מצב זה ניתן להעזר בתרשים מס' 17 (בעמ' זה) המציין את ההסתברות של מספר המחזוריים בהם לא יופיע אף רכב אחד, בתלות במספר הממוצע של כלי רכב למחזור.

אם אין דרישה למופע מסוים הוא נפסח כליל וכך נחסך זמן זה (הזמן הירוק + הזמנים הבין ירוקים) במסגרת המחזור.

אין להתעלם מהמופעים להולכי רגל, אשר עקב הפסיחה עלולים להשאיר עם זמן ירוק קצר מדי או ללא זמן ירוק בכלל. ניתן לפתור בעיה זו באמצעות לחצן להולכי רגל, אשר מבחינת השפעתו על פעילות הרמזור כמוהו כהפעלת דרישה למופע.



הארכת מופע:

במופע שבו נפחי התנועה משתנים בצורה משמעותית ממחזור אחד למשנהו, אך גדולים מכדי לאפשר פסיחה - ניתן להתאים את משך האור הירוק לדרישות התנועה. זאת ע"י קציבת זמן ירוק מזערי קבוע מראש והארכתו ע"פ דרישה מהגלאי ובהתאם לנפח התנועה באותו רגע.

בצורה זו מושגת גמישות רבה בתפעול הרמזור ע"י התאמה מיטבית של המחזור והזמנים הירוקים לדרישות התנועה.

ג. ניתן לתפעל רמזור ע"י התנועה בצורה מלאה, (כאשר כל המופעים קשורים לגלאים), או בצורה חלקית (כאשר רק חלק מהמופעים קשורים לגלאים):

- הפעלה מלאה ע"י התנועה מומלצת בד"כ כאשר נפחי התנועה משתנים בצורה משמעותית ממחזור למחזור בכל התנועות.
- הפעלה חלקית מומלצת בד"כ כאשר רק בחלק מהתנועות משתנים הנפחים בצורה משמעותית ממחזור למחזור.

ד. לחצנים להולכי רגל:

מטרתו של הלחצן להולכי רגל להבטיח לפחות משך מזערי לאור ירוק למעבר חציה, כאשר בתכנית הזמנים של הרמזור, עלול להתבטל האור הירוק למעבר החציה הנדון כליל או להתקצר מתחת לערך מזערי שנקבע.

מן הראוי להדגיש כאן שמתוך הנסיון בשמוש בלחצנים התברר כי:

- אמינותם הטכנית נמוכה, במיוחד עקב תופעות של יחס אלים ושל מעשי קונדס בהפעלת לחצנים כאלה.
- הצבת הלחצן דורשת מהולך הרגל הבנה ושתוף פעולה יזום, לצורך הפעלת האור הירוק במעבר בו הוא מתכוון לחצות.

אפשר לקדם הבנה זו ואת שיתוף הפעולה שבעקבותיה ע"י שילוט מתאים ללחצנים (ראה תרשים מס' 16 בעמ' 23/ה).

ה. ברמזור המותקן בסמוך למחסום הרכבת יש לשקול מתן תכנית זמנים מיוחדת, שתופעל ע"י הרכבת יחד עם המחסום. הגורמים המשפיעים על ההחלטה בדבר הצורך בתכנון תכנית הזמנים המיוחדת ואופן תפעולה הם:

- מרחק הרמזור מהמחסום
- תדירות הפעלת מחסום הרכבת.
- משך הזמן בו נפסקת התנועה עקב הורדת מחסום הרכבת.
- המצאותם של צמתים נוספים - לא מרומזרים - בין הרמזור והמחסום. אופיים ומידת תרומתם לנפח התנועה בקטע זה.

העקרונות לפיהם תוכנן תכנית זמנים זו (אם יוחלט עליה) יהיו:

- הפסקת הזרימה מן המחסום ואליו.
- ניצול זמן זה לטובת המופעים האחריים שאינם קשורים למחסום, תוך שימת לב למופעי הולכי הרגל.
- אחרי העלאת המחסום וחידוש התנועה, יוקצה זמן ירוק ארוך למופעים מן המחסום ואליו, על מנת לפנות את כל הרכב שהצטבר.

5.3 בקרת ציר תנועה ("גל ירוק")

בצירי תנועה שבהם צמתים מרומזרים סמוכים זה לזה - יש לשאוף לתאום זמנים בין הרמזורים, כדי להשיג רציפות בזרימת התנועה. היתרונות המושגים ע"י כך הם:

- הקטנת מספר העצירות והזינוקים
- קיצור זמני הנסיעה והקטנת מספר העיכובים וזמניהם.
- צמצום השונות במהירות הנסיעה של כלי הרכב הנעים בחבורות.
- שיפור נוחות הנסיעה.
- צמצום מפגעי רעש וזהום-אוויר.
- חסכון באנרגיה

הנחיות מפורטות בנושא גל-ירוק ראה בחוברת "בחינת יעילות החיבור של רמזורים בגל ירוק". כאן ינתנו עקרונות מנחים בלבד, כדלקמן:

- א. המחזור המיטבי, המשותף לכל הרמזורים בגל, יקבע כך שיענה ככל האפשר, לדרישות המיוחדות של כל אחד מן הצמתים.
- בד"כ יכתב המחזור המשותף ע"פ האילוצים הנגזרים מן הצומת הקריטי בגל.
- ב. יש להתאים ככל האפשר את מהירות התכן של הגל למהירות הנסיעה בפועל.

ג. כאשר לא ניתן לקבל גליירוק בהתאם למהירות הנסיעה בשני הכוונים בעת ובעונה אחת - יש לבחור כוון מועדף, אשר בו תשמר מהירות הנסיעה הרצויה. הכוון המועדף ניתן לשינוי בתקופות זמן שונות, ע"פ דרישות התנועה באותו זמן. בחירת הכוון המועדף תעשה ע"פ שקולים של נפחי תנועה, משטר תנועה, והעדפת תחבורה צבורית. לדוגמא: בציר המוביל למרכז העיר ניתן לקבוע את הכוון המועדף כך שבתכנית הבוקר יופעל הגליירוק העירה, ואילו בתכנית אחה"צ יופעל הגל בכוון היציאה מן העיר.

ד. ניתן ורצוי לתאם בגל ירוק גם צמתים סמוכים המופעלים ע"י התנועה בעזרת גלאים.

ה. כאשר איאפשר להגיע לתפעול יעיל של גליירוק לאורך ציר שלם ניתן לפצלו לקטעים. במקרים אלה יש לבחור בצמתים הקריטיים, כצמתי - מעבר בין הקטעים.

5.4 בקרה מרכזית או אזורית

כאזור עירוני בו מופעלים מספר רב של גלים ירוקים המצטלבים ביניהם ניתן להשיג תיאום מרחבי (להכדיל מתיאום לאורך ציר) באמצעות בקרה מרכזית ממוחשבת. בקרה מרכזית מאפשרת גם פיקוח שוטף על תקינות הרמזורים ואיסוף נתוני תנועה שוטפים במערכת. הנחיות להצדקת בקרה מרכזית, תכנונה ואופן תפעולה חורגות מתחום הטיפול של מסמך זה.

פרק 6: קציבת הזמנים ברמזור

קציבת זמנים יעילה ברמזור צריכה לקבוע בצורה מיטבית את סדר המופעים ואת חלוקת הזמנים ביניהם - "תכנית הזמנים". את זמני ההפעלה של כל תכנית זמנים יש לקבוע ע"פ מחזוריות יומית, שבועית, עונתית או אחרת, לפי הצורך. קיימות מספר שיטות לקביעה מיטבית של הזמנים. השיטה המומלצת בהנחיות אלה הוכיחה עצמה כיעילה ופשוטה לשימוש, אולם אין פסול בשיטות אחרות שהוכיחו עצמן.

6.1 מספר תכניות הזמנים

- א. ברמזור בעל זמנים קבועים, יש לתכנן מספר תכניות זמנים כנדרש ע"פ השתנות נפחי התנועה.
- כאשר נפחי התנועה משתנים בשעות השונות של היום במידה המחייבת שינוי באורך מופע כלשהו (ביותר מ-25% של הזמן הירוק), יש לתכנן תכנית זמנים נפרדת. קביעת מספרן של תכניות הזמנים השונות תעשה על סמך נתוני תנועה שנספרו ורוכזו לפרקי-זמן של שעה, מחצית השעה או רבע השעה.
- כמו כן רצוי לתכנן - במידת הצורך - תכניות זמנים נוספות ע"פ מחזוריות שבועית (שבתות, ימי שישי, חגים וכו') ו/או ע"פ צרכים עונתיים (עונת הרחצה בים).
- אם הקיבולת במנגנון מאפשרת שמוש בתכניות זמנים נוספות על הנדרש בהתאם לנ"ל, יש להשלים את מספר התכניות למספר המירבי המתאפשר. דבר זה יספק עתודה של תכניות הניתנות להפעלה ולשנוי בעתיד, ע"פ הצורך.
- ב. ברמזור המופעל ע"י התנועה אפשר להסתפק בדרך כלל בתכנית זמנים אחת לכל שעות היום (תרשים הזרימה).
- ג. ניתן לתפעל הרמזור באור צהוב מהבהב בשעות השפל - אם במשך 4 שעות רצופות לפחות, סך הכל נפחי התנועה הנכנסים לצומת נמוכים מ-400 יר"מ לשעה, (לא כולל פניות חפשיות שמחוץ לבקרת הרמזור).
- ד. במגמה להבטיח מעבר תקין מתכנית זמנים אחת לשניה יש לקבוע מראש את נקודת המעבר שבין התכניות, כך שישמרו הזמנים הבין ירוקים והזמנים המזעריים לכל המופעים. כמו כן יש להתחשב בגלים הירוקים אם יש כאלה בצומת.
- ה. נקודת המעבר מהבהב צהוב לתכנית זמנים רגילה, או התחלת פעולה, תקבע בהתחלת האור הירוק של המופע הראשי.

6.2 תכנון המחזור

עבור כל צירוף של נפחי תנועה ומבנה גיאומטרי של צומת, קיים מחזור מיטבי, מחזור זה מאפשר ניצול יעיל של האור הירוק יחד עם מניעת הפסדים מיותרים בין המופעים. מחזור קצר מדי יגרום להפסדי קבולת עקב הפסדי הזמן בזנוק ופנוי שיגרמו בתדירות גבוהה. מחזור ארוך מדי יגרום לניצול לקוי של הזמנים הירוקים, עקב תנודות בנפחי התנועה בין מחזור למחזור.

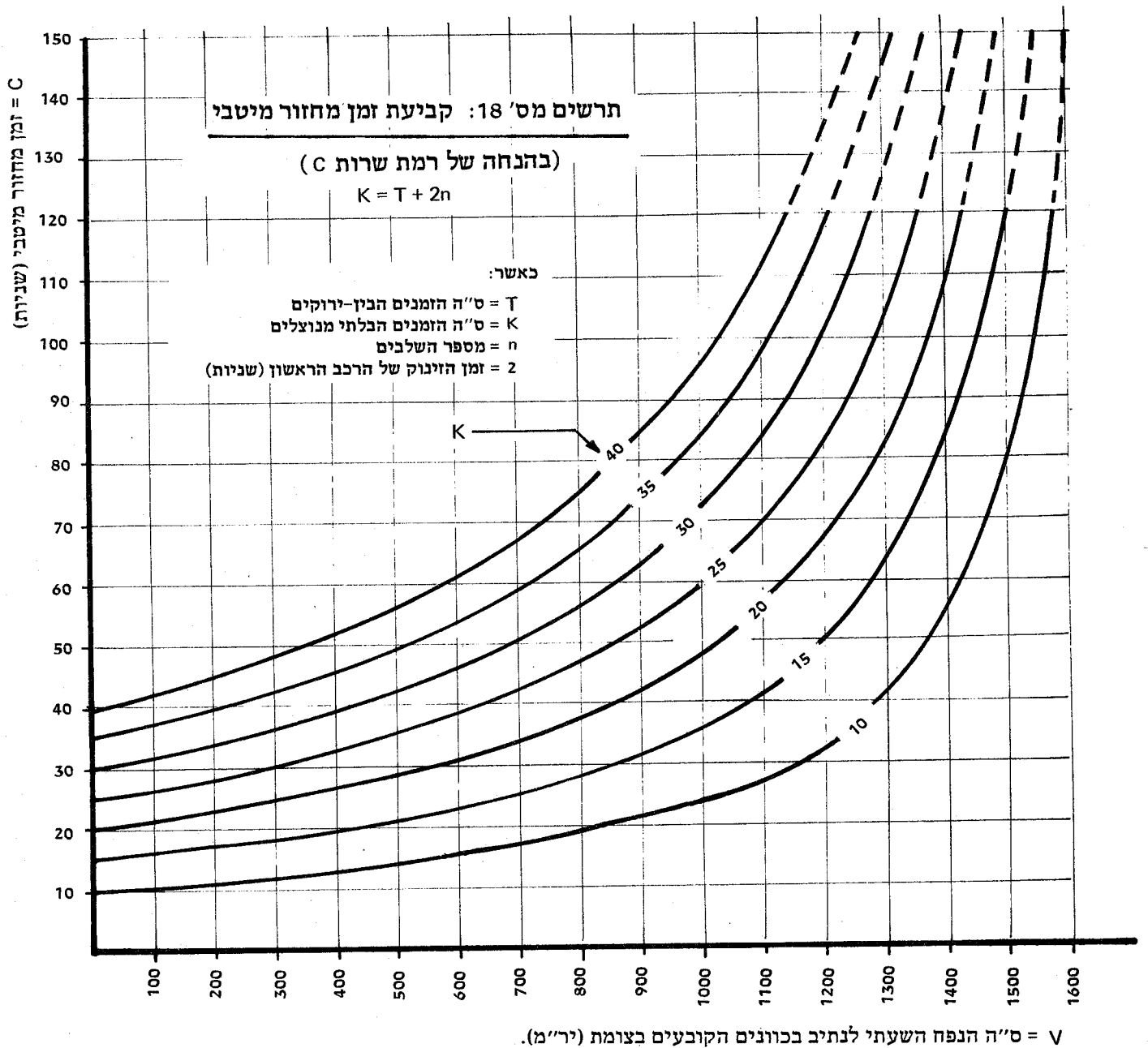
א. ניתן לחשב את זמן המחזור המיטבי באופן הבא:

- סיכום ס'ה הנפח השעתי לנתיב במופעים הקובעים (V)
- סיכום ס'ה הזמנים הבין-ירוקים בין המופעים הקובעים ($\sum T$)
- חישוב ס'ה הזמנים הבלתי מנוצלים (K) ע"פ הנוסחה:

$$K = \sum T + 2.0 n$$

כאשר n = מספר השלבים בתכנית

- מציאת זמן המחזור המיטבי תעשה באמצעות תרשים מס' 18 בעמ' 30.
- במקרים בהם הזמן הירוק שנקבע (מסיבות שונות), גדול מזה הדרוש ע"פ הנפח הקובע (ע"פ תרשים מס' 22), יתכנו אי-התאמות מזעריות בין תרשים מס' 18 לתרשים מס' 22.



ב. משך המחזור המירבי יהיה 120 שניות, כאשר במקרים חריגים ניתן להגדיל זמן זה עד 150 שניות. בתכנון זמנים קבועות מראש יקבע משך המחזור בכפולות של 5 שניות.

ג. ברמזור (המופעל ע"י התנועה) בעל מחזור משתנה, רצוי לנצל באופן מיטבי את האפשרות של התאמת הזמנים לדרישות המשתנות של התנועה - בו זמנית. לכן יש לקבוע בצורה מיטבית את תחום ההשתנות של זמני המחזור, כלומר ערכים מזעריים ומירביים. המחזור המירבי מתקבל תוך התחשבות במופעים כולם (גם אלה בעלי אפשרות פסיחה) ותוך הנחה שבכל מופע תהיה דרישה מירבית של כלי רכב לנתיב לשעה. המחזור המזערי נקבע תוך התעלמות מהמופעים הניתנים לפסיחה (דהיינו - יתכנו מחזוריים עם מספר שלבים קטן יותר ובסדר מופעים שונה), ותוך הנחה שבמופעים שהופעתם מוכטחת, תהיה דרישה מזערית של כלי רכב לנתיב לשעה. גם כאן ניתן להעזר בתרשים מס' 18 תוך התייחסות מתאימה לערך K כמתואר בסעיף א' לעיל.

- ד. בבחירת אורך המחזור יש להתחשב גם בתנאים הגיאומטריים בצומת - ובמיוחד באורך הנתיבים הפנויים לתנועות השונות. בכדיקת ההתאמה הגיאומטרית של הצומת לאורך טורי הרכב הצפויים להצטבר בו, אפשר להעזר בשיטה המתוארת לעיל בפרק 3.2 סעיף ג'.
- ה. כמגמה להקל על מעבר אוטובוסים בצומת מרומזר, מומלץ ליצור להם מספר גדול של הזדמנויות למעבר. דבר זה ניתן להשיג ע"י:
- קביעת מחזור קצר ככל האפשר.
 - הקצאת זמן ירוק למופעים המשמשים את התחבורה הציבורית יותר מפעם אחת במחזור.

6.3 הזמנים הבין-ירוקים

- א. נהג המתקרב לצומת בגמר האור הירוק, חייב להיות מסוגל לבצע אחת מן השתיים:
- להספיק לעצור עד קו העצירה, או
 - להספיק לעבור ולפנות את שטח הניגוד לפני שהרכב הראשון במופע הבא אחריו נכנס לשטח זה. (זאת ללא קשר עם התקנה הקובעת שרכב הנכנס לצומת חייב לתת זכות קדימה לרכב שכבר נמצא בצומת).
- הזמן הבין-ירוק בא להבטיח גם את האפשרות שרכב הנקלע למצב בו המרחק בינו לבין קו העצירה קטן מהדרוש לו לצורך עצירה בטוחה, יספיק עדיין לעבור ולפנות את שטח הניגוד כנ"ל.
- חישוב הזמן הדרוש לפינוי הצומת נעשה בהנחה שרכב הנקלע למצב המתואר מגביר מהירותו מתוך כוונה למהר ולפנות את שטח הניגוד.
- ב. הזמן הבין-ירוק הוא הזמן העובר מגמר האור הירוק במופע אחד עד לתחילת האור הירוק של המופע הבא אחריו בכוון נוגד. מפאת חשיבותו המיוחדת של זמן זה לכטיחות התנועה חובה להקפיד על קביעה נכונה של הזמנים הבין-ירוקים בהתאם למפורט להלן.
- ג. לצורך חישוב הזמנים הבין-ירוקים יש לקבוע בתכנית הגיאומטרית של הצומת את כל שטחי הניגוד ולמדוד את כל המרחקים, כדלקמן:
- למופע רכב המסתיים: המרחק מקו העצירה עד סוף שטח הניגוד.
 - בחישוב נלקח בחשבון רכב באורך של 12.0 מ' (ראה תרשימים 19-20 בעמודים 34-35).
 - למופע רכב המתחיל: המרחק מקו העצירה עד תחילת שטח הניגוד. (ראה תרשימים מס' 19-21 בעמודים 34-36).
 - להולכי רגל: אורך מעבר החציה. אם למעבר אורך שונה בשני צדדיו, תעשה המדידה בצדו הקצר יותר (ראה בתרשים מס' 21).
- ד. הזמן הבין-ירוק T בין שני מופעי כלירכב מתקבל מהפרש בין משך הפינוי של הרכב האחרון במופע המסתיים, לבין משך הכניסה של הרכב הראשון במופע המתחיל. (ראה תרשימים מס' 19-20).

$$T = T_2 - T_3 \quad (\text{שניות})$$

- הזמן הבין-ירוק T בין מופע הולכי רגל מסתיים לבין מופע רכב מתחיל, מתקבל מהפרש שבין משך הפינוי של הולכי הרגל המסיימים את החציה, לבין משך הכניסה של הרכב הראשון במופע המתחיל. (ראה תרשים מס' 21).

$$T = T_w - T_3 \quad (\text{שניות})$$

- הזמן הבין-ירוק T בין מופע רכב מסתיים לבין מופע הולכי-רגל מתחיל שווה למשך הפינוי של הרכב האחרון במופע המסתיים.
(ראה תרשימים מס' 19-20).

$$T = T_2 ; T_3 = 0 \quad (\text{שניות})$$

- ה. לצורך קביעת משך הפינוי ומשך הכניסה יש להבחין בין שני תחומי התקרבות, כמפורט בטבלה דלהלן:

הולכי רגל	מהירות המותרת בהתקרבות לצומת		מהירות פינוי (המופע המסיים)
	מעל 50 קמ"ש	עד 50 קמ"ש	
1.2 מ/שנ'	36 קמ"ש מטר 10 שניה	25 קמ"ש מטר 7 שניה	
—	80 קמ"ש מטר 22 שניה	50 קמ"ש מטר 14 שניה	מהירות כניסה (המופע המתחיל)

- ככל שמהירות הפינוי נמוכה יותר, משך הפינוי גדול יותר. ככל שעולה מהירות הכניסה, קטן משך הכניסה.

- ו. לחישוב הזמנים הבין-ירוקים יש להשתמש בתרשימים 19-21. תרשימים אלה חושבו בהתאם להנחות האלה:

- תאוצת הרכב המפנה האחרון (במקרה מעבר)

$$a = 1.5 - \frac{1.5}{80} S$$

כאשר: a = תאוצת הרכב המפנה (מ/שנ²).

$$S = \text{מהירות ההתקרבות ברגע ההחלטה (קמ"ש)}$$

(ראה בטבלת המהירויות לעיל)

- זמן תגובה של נהג = 1.0 שניה.

- אורך הרכב האחרון = 12.0 מטר.

- מרחק העצירה לצורך חישוב נקודת ההחלטה:

$$L_1 = \frac{S^2}{2g\mu}$$

כאשר: L_1 = מרחק הבלימה (מ')

$$S = \text{מהירות ההתקרבות (מ/שנ')}$$

$$g = 9.8 \text{ מ/שנ}^2 = \text{תאוצת הכובד}$$

$$\mu = 0.35 = \text{מקדם חיכוך ארכי.}$$

- משך הפינוי לרכב מסיים חושב כדלקמן:

$$T_1 = \frac{-S + \sqrt{S^2 + 2aL}}{a} ; L = L_1 + L_2 + l$$

כאשר: T_1 = משך הפינוי (שניות)

$$S = \text{מהירות ההתקרבות (מ/שנ')}$$

(ראה בטבלת מהירויות)

$$a = \text{תאוצת הרכב במקרה מעבר (מ/שנ}^2)$$

$$L = \text{ס"ח מרחק הפינוי (מטר)}$$

$$L_1 = \text{מרחק הבלימה (מטר)}$$

$$L_2 = \text{המרחק מקו העצירה ועד סוף השטח הניגוד (מטר)}$$

$$l = 12 \text{ מ' (אורך רכב אחרון)}$$

- זמן הפינוי והתגובה לרכב מסיים:

$$T_2 = T_1 + 1.0$$

כאשר: T_2 = זמן הפינוי והתגובה (שניות)

- משך הפינוי להולכי רגל במופע מסיים: $T_w = \frac{W}{1.2}$

כאשר: T_w = משך הפינוי להולכי רגל במעבר חציה (שניות)

$$W = \text{אורך מעבר החציה (מ')}$$

$$1.2 = \text{מהירות הליכה (מ/שנ')}$$

- משך הכניסה לרכב ראשון במופע מתחיל $T_3 = \frac{L_3}{S}$

כאשר: T_3 = משך הכניסה לרכב ראשון מקו העצירה ועד לתחילת שטח הניגוד (שנ')

$$L_3 = \text{המרחק מקו העצירה ועד לתחילת שטח הניגוד (מ')}$$

$$S = \text{מהירות הכניסה (מ/שנ')}$$

(ראה טבלת מהירויות לעיל)

ז. במגמה לאפשר לנהג אמדן זמן-מרחק נכון נקבעו זמנים אחידים וקבועים למשכי האותות

בזמן הבין-ירוק (בהתאם ללוח התמרורים), כדלקמן:

- למופע המסתיים : אות צהוב (ה-5 א)

שימשך תמיד 3 שניות

- למופע המתחיל : אות אדום-צהוב (ה-2)

שימשך תמיד 2 שניות

- למופע הולכי רגל : אות אדום (ה-9)

שימשך לאורך כל הזמן הבין-ירוק.

אם הזמן הבין-ירוק בין שני מופעי כלי רכב יהיה ארוך מ-5 שניות, יופיע בתנועות הנוגדות

אות אדום (ה-1) לתקופה הנדרשת שמעל ל-5 השניות הראשונות ("כל-אדום").

ח. כצעד ראשון בתכנון תכניות הזמנים וחלוקת הזמנים ברמזור, יש לקבוע את הזמנים הבין-

ירוקים בין כל התנועות בצומת (רכב והולכי רגל), ולרכזן בטבלת הזמנים הבין-ירוקים. זאת

גם אם במבנה התכניות הנבחרות לא יעשה שמוש בכל הזמנים הבין-ירוקים.

חשוב שזמנים אלה יהיו מוכנים מראש וזמינים למקרה של שנוי במבנה תכניות הזמנים.

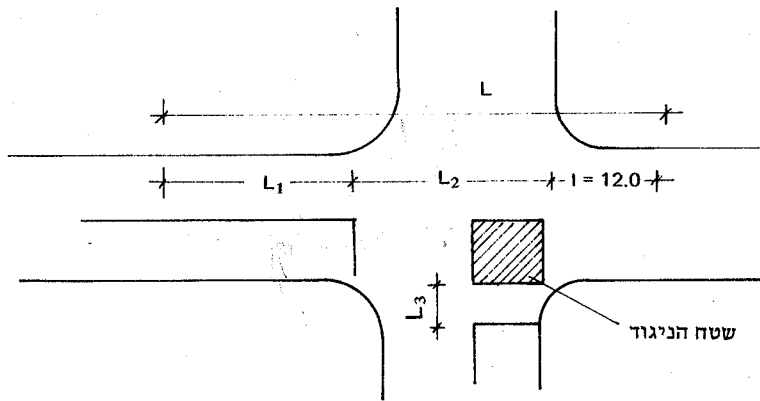
במיוחד חשוב הדבר במקרים בהם קיימים ברמזור מופעים נפסחים, כך שסדר המופעים עשוי

להשתנות עקב כך.

תרשים מס' 19: חישוב הזמן הבין-ירוק

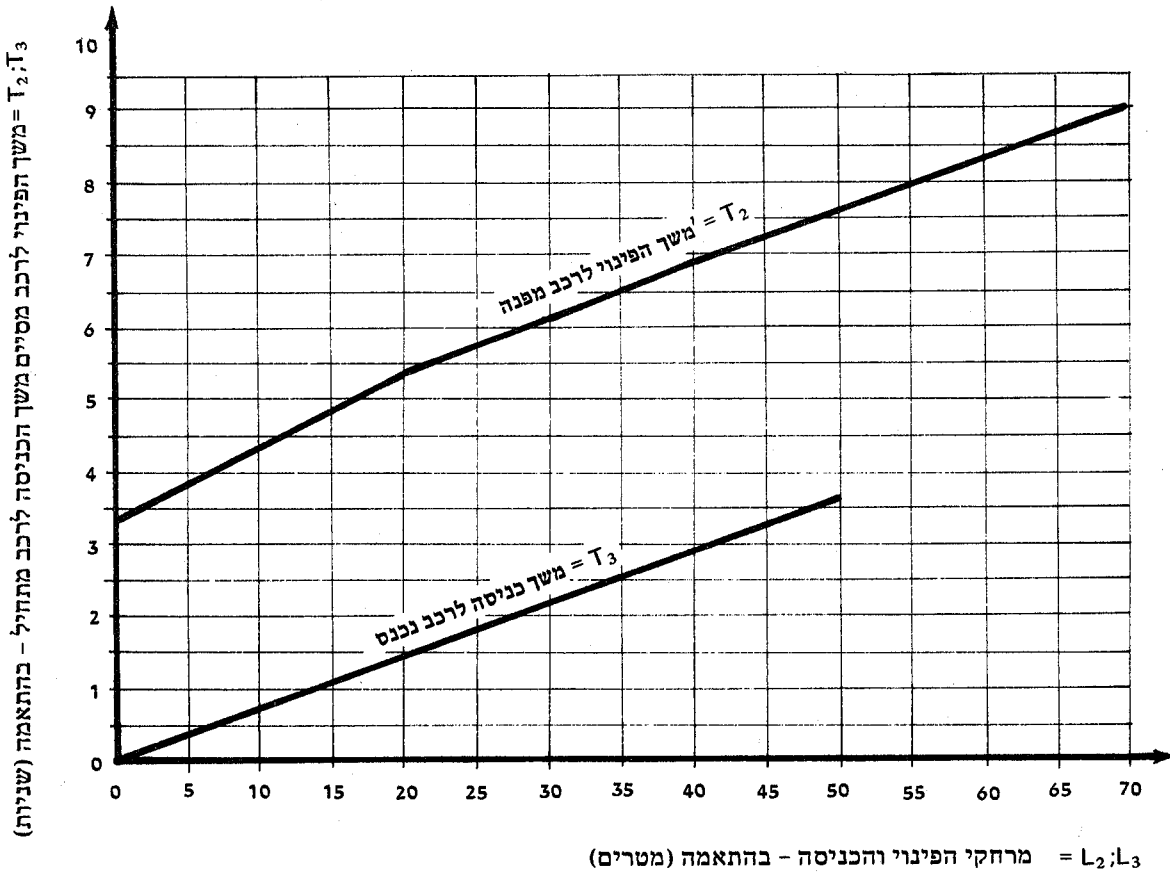
כאשר: רכב מפנה - רכב נכנס

רכב מפנה - הולכי רגל נכנסים ($T_3 = 0$)



- הנחות:
1. מהירות התקרבות עד 50 קמ"ש
 2. מהירות פינוי 25 קמ"ש
 3. מהירות כניסה 50 קמ"ש
 4. זמן תגובה 1.0 שניה
 5. אורך מכונית אחרונה 12.0 מ'

$T = T_2 - T_3$! זמן בין-ירוק (שניות)



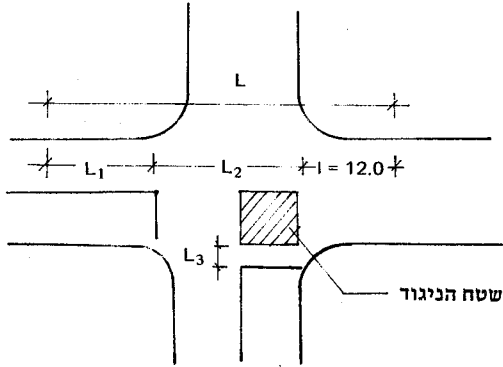
משך הפינוי לרכב מסוים משך הכניסה לרכב מתחיל - בהתאמה (שניות) T_2, T_3

L_2, L_3 = מרחקי הפינוי והכניסה - בהתאמה (מטרים)

תרשים מס' 20: חישוב הזמן הבין-ירוק

כאשר: רכב מפנה - רכב נכנס

רכב מפנה - הולכי רגל נכנסים ($T_3 = 0$)

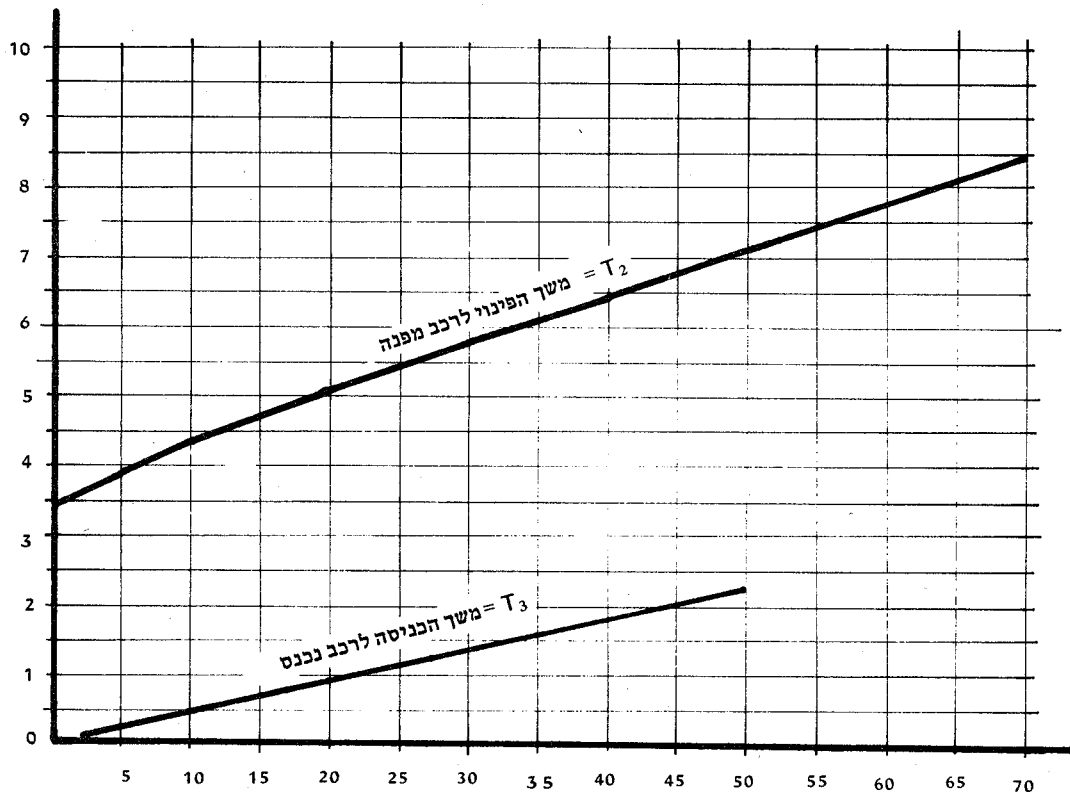


הנחות:

1. מהירות התקרבות מעל 50 קמ"ש
2. מהירות פינוי 36 קמ"ש
3. מהירות כניסה 80 קמ"ש
4. זמן תגובה 1.0 שניה
5. אורך מכונית אחרונה 12.0 מ'

$$T = T_2 - T_3 = \text{זמן בין ירוק (שניות)}$$

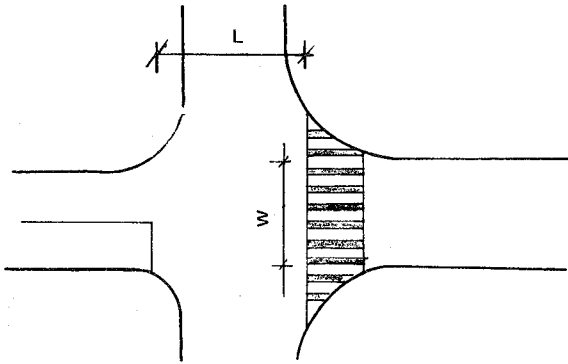
משך הפינוי לרכב מסיים, משך הכניסה לרכב מתחיל בהתאמה (שניות) $T_2; T_3$



$L_2; L_3$ = מרחקי הפינוי והכניסה - בהתאמה (מטרים)

תרשים מס' 21: חישוב הזמן הבין-ירוק

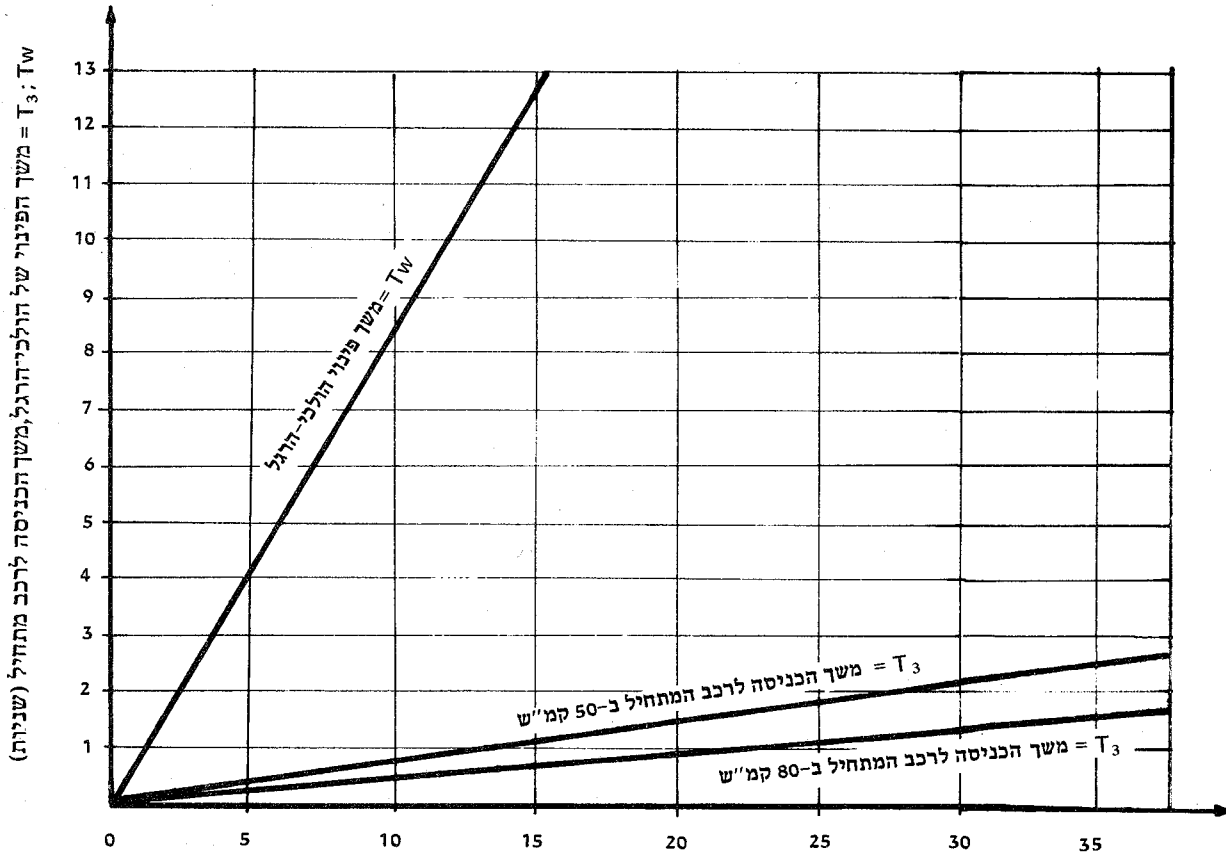
כאשר: הולכי רגל מפנים - רכב נכנס



הנחות:

1. מהירות פינוי הולכי-רגל 1.2 מ/שנ'
2. מהירות כניסת רכב 80 ; 50 קמ"ש - בהתאמה

$T = Tw - T_3$ זמן בין-ירוק (שניות)



$L; W$ = אורך המעבר ומרחק הכניסה - בהתאמה (מטרים)

6.4 קביעת סדר המופעים וחלוקת הזמנים במחזור

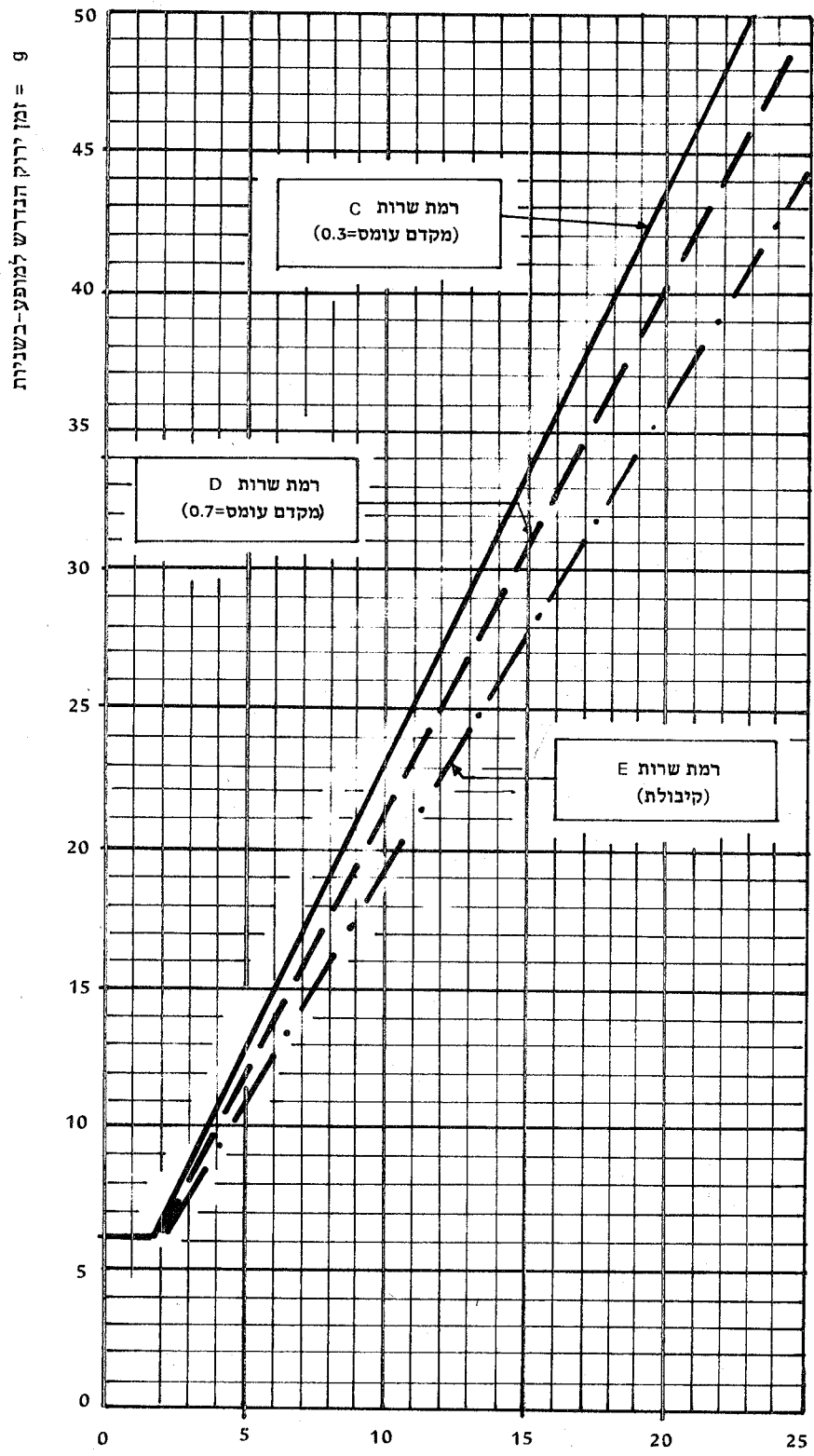
- א. סדר המופעים ייקבע בהתאם לשקולים הבאים:
- צירוף התנועות היכולות להתבצע בעת ובעונה אחת ללא ניגוד לשלב אחד. בדרך כלל מתקבל ניצול מירבי של זמן ירוק ע"י צירוף תנועות בעלות נפחי תנועה (לנתיב) זהים ככל האפשר.
 - הקטנת סכום הזמנים הבין-ירוקים הדרושים שהוא זמן בלתי מנוצל ע"י קביעת סדר מופעים כזה, שזמני הפינוי הדרושים לאחר כל מופע יהיו מזעריים.
 - קביעת חלקי מופעים משותפים, ובחירת הצרופים היעילים ביותר.
- ב. כדי להקטין את ההסתברות לטעויות בקרב נהגים, (במקרה של מופע קצר המיועד לפניה והמהווה חלק מן המופע של התנועה הישרה הבאה מאותו כוון). רצוי להפעיל את המופע המיועד לפניה עם תחילת המופע של התנועה הישרה ולא לקראת סיומו.
- ג. ברמזור בעל תכניות זמנים קבועות, יש להקצות לכל מופע ירוק את משך הזמן הדרוש למעבר כלי הרכב המתקרבים באותו כוון במשך מחזור, בשעת השיא שבפרוגרמה הנדונה, בהנחה של רמת-שרות C.
- לצורך חישוב אורך המופע הדרוש מומלץ להשתמש בתרשים מס' 22 בעמ' 38/ה.
- ד. ברמזור המופעל ע"י התנועה יעשה חישוב משולב של זמני המחזור והזמנים הירוקים לכל מופע משתנה כדי לאפשר לרמזור להתאים עצמו לדרישות התנועה גם מבחינת מספר השלבים, אורך ההצטברות וכו'.
- זמני הירוק לכל מופע יקבעו על פי דרישות התנועה, המשתנות. גם כאן כמו בקביעת אורך המחזור, יש לקבוע ערכים מזעריים/ מירביים לאורך המופע הירוק המשתנה.
- הזמן המירבי ייקבע בהתאם למתבקש מחישוב הדרישה המירבית של נפחי התנועה למחזור בהתאמה.
- הזמן המזערי, באין מחויבות לאבטחת הזמנים הדרושים להולכי רגל, יקבע ע"פ סעיף ה' שלהלן.
- בכל מקרה ילקח בחשבון זמן המחזור המתאים שחושב לעיל בפרק 6.3 סעיף ג.

תרשים מס' 22: הקצאת זמן ירוק למופע

הנחות

- זמן הזינוק לרכב הראשון = 2.0 שניות

- מרווח הזמן בין כלי הרכב = 1.7 שניות



m = מספר ממוצע של כלי רכב (ביר"מ) למחזור, לנתיב.

ה. אורך מופע ירוק מזערי (בשניות) יהיה כדלקמן:

יש (כולל זמן ההבהוב)	אין	קיום הבהוב ירוק
		סוג המופע
$3 + 3 = 6$	6	מופע קבוע (בלי גלאי)
$1 + 3 = 4$	1	מופע משתנה (עם גלאי)

ו. קציבת הזמן הירוק למופעים של חציית הולכי הרגל תיעשה באורך המירבי המתאפשר בזמן החופשי שבו אין תנועת רכב במופעים נוגדים. זמן זה לא יהיה קצר מ-6 שניות. בכל מקרה יש לשריין את זמני הפינוי הדרושים כפי שהוסבר לעיל.

ברמזור המושפע ע"י התנועה יתכנו מצבים שמופעים משתנים ו/או נפסחים, משפיעים על אורך הזמן הירוק למעברי הציה מסויימים. יש לקשור גם את האור הירוק למעברים אלה עם השתנות ו/או פסיחה של המופעים המשתנים, ולהבטיח מפני מצב שבו לא ישאר זמן ירוק להולכי הרגל (או פחות מהמזער של 6 שניות).

6.5 הבהוב ירוק

- א. הבהוב ירוק בסוף האור הירוק נותן לנהג התראה מוקדמת כי האור הירוק בכוון נסיעתו עומד להסתיים, ומעניקה לו זמן ארוך יותר לצורך תגובה נכונה.
- ב. הבהוב ירוק יופעל בכל הרמזורים לאורך צירי תנועה בהם מהירות הנסיעה (המותות או המעשית) היא 60 קמ"ש ומעלה בכווני ההתקרבות שלאורך אותו ציר.
- ג. הבהוב הירוק יופעל לכל המופעים שמאותו כוון התקרבות, ובמיוחד באלה המסתימים יחד. במופעים שאינם מסתימים יחד, אפשר לשקול שלא לתת הבהוב ירוק, אם מהירות ההתקרבות בהם נמוכה מ-60 קמ"ש (פניה שמאלה, למשל). בכווני ההתקרבות האחרים לא יופעל הבהוב אלא אם מהירות ההתקרבות היא 60 קמ"ש ומעלה.
- ד. הבהוב הירוק יהיה אחיד וקבוע בכל הרמזורים. הוא יהיה בעל 3 הבהובים ב-3 שניות, קצב הבהוב יהיה 1:1. זמן הבהוב (שלוש השניות) יהיה חלק מהמהזמן הירוק המתוכנן לאותו מופע.

6.6 תפעול - ידני

- א. בכל תכנית רמזור יש לכלול תכנית מיוחדת לתפעול - ידני, או לחילופין לקבוע נקודות עצירה מיוחדות לצורך זה בתכנית-זמנים קיימת.
- תכנית זו תהיה מכוססת על זמנים מזעריים למופעים השונים והבטחת מלוא הזמנים הביך ירוקים.
- ב. ברמזור המופעל ע"י גלאים, התפעול - הידני יושפע ע"י הגלאים הפוסחים ו/או הלחצנים להולכי רגל, ויתעלם מגלאי ההארכה.

פרק 7: בקורת ועדכון הרמזור לאחר הפעלתו

אחד התנאים החשובים לפעולה יעילה של רמזור הוא ההתאמה השוטפת בין חלוקת הזמנים ובין נפחי התנועה, בתנועות השונות בצומת.

להשגת מטרה זו יש לוודא קיום בדיקה ועדכון שוטפים בתקופות קצרות ככל האפשר - אולם לא פחות מאשר אחת לשנה.

יודגש כאן שאין בדברים לעיל כל קשר לאיתור תקלות מכניות/חשמליות, החלפת נורות שרופות וכיוצא באלה פעולות אחזקה ומנע שוטפות. פעולות אלה נעשות באופן שגרתי ושוטף גם אם אין הרמזור טעון עדכון תקופתי כלל.

הכוונה לעדכון פעולתו של הרמזור מבחינה תנועתית ובטיחותית והתאמתו לדרישות המשתנות - תוך כדי פעולתו התקינה ובהתאם לתכנית. אם פעולתו של רמזור אינה תקינה ו/או אינה תואמת, מכל בחינה שהיא, את התכנית המאושרת - יש לפעול תחילה לתקון התקלה. רק אח"כ לבדוק ולהציע עדכון המתחייב לרמזור שפעולתו תקינה ותואמת לתכנית.

7.1 בדיקות

כדי להקל את הבדיקות ולפשט אותן ואת אסוף הנתונים הדרושים לצורך החלטה על העדכון ומהותו, מוצע טופס (ראה נספח בע'ה/56), המרכז בתוכו את כל הנתונים הדרושים לצורך זה. על מבצע הבדיקה למלא הנתונים בטופס זה, בשעות ובתקופות שונות, בהתאם למתבקש מאופי פעולתו של הרמזור ומצורת השתנות הנפחים בתנועות השונות העוברות בצומת.

הטופס להלן כולל הנתונים הבאים:

- מופע מס': כל מופע יבדק לחד. "מופע" יכול להיות גם להולכי-רגל.
- משך ירוק נתון: תוך הנחה שהזמן הקיים בפועל זהה לזמן הנתון בתכנית. המדידה מבוצעת כאן לבקרה עצמית.
- סה"כ יר"מ הצפויים לעבור בזמן זה ע"פ תרשים מס' 22 (בע'ה/38). נתון זה ימולא במשרד. מטרתו להשוות את המצב הריאלי בשטח לכוונות התכנית. יתכן מקרה שהקיבולת של מופע מסויים קטנה/גדולה מהמתוכנן עקב סיבות גיאומטריות, חניה, פריקה וטעינה וכו'.
- השוואה זו יכולה לשמש קנה מידה לתיקון ההנחה הראשונית על קיבולת הנתונים במופע הנדון.
- מצב העומס ומספר המחזוריים: מוצע כאן לספור את מספר כלי הרכב שעברו במחזור במשך 12 מחזוריים רצופים. בכל מחזור יצויין בטור המתאים אם המחזור היה עמוס (לא כל הרכב שהמתין - עבר) או שהמחזור לא היה עמוס (כל הרכב שהמתין - עבר).
- סה"כ המחזוריים: סכום המחזוריים העמוסים והבלתי עמוסים.
- מקדם העומס: מקדם זה הוא היחס בין מספר המחזוריים העמוסים לסה"כ המחזוריים שנספרו. לפי יחס זה נקבעת רמת השרות למופע המסויים ע"פ תרשים מס' 1 בעמ' ה/2.
- נוסף לכך יצוינו בראש הטופס התאריך, היום בשבוע, שעת הבדיקה, תכנית הזמנים, זמן המחזור ושם הפוקד.

7.2 הזמנים הבין-ירוקים

אם הרמזור אמנם פועל ע"פ התכנית המאושרת - סביר להניח שהזמנים הבין-ירוקים תואמים את דרישות הבטיחות.

אם מתגלה שזמן בין-ירוק מסויים בכל זאת אינו תואם, יש לשנות מיד בהתאם. מבלי לקשור אותו לעדכון התנועותי השוטף.

7.3 קביעת רמת השרות ועדכון הזמנים

לפי התוצאות המתקבלות מהנתונים והטבלה לעיל תקבע רמת השרות בכל מופע לחוד. על סמך ניתוח התוצאות ובהתחשב במגמה אפשרית לעדיפות ורמת שרות גבוהה יותר במופעים מסויימים, (למשל מסיבות של העדפת התחבורה הציבורית), יש לקבל החלטות על שינויים אפשריים מהבחינות כדלקמן:

- חלוקת הזמנים בין המופעים.
- אורך המחזור.
- זמני פעולה של כל תכנית זמנים (או תוספת תכניות).
- אורך נתיבי ההמתנה
- פניות.
- סדרי חניה, פריקה וטעינה (מותרת או אסורה) בקרבת הצומת.
- מקום תחנות אוטובוסים.

פרק 8 : תכניות הרמזור וצורת הגשתן

במטרה להגיע לשפה משותפת, אחידה וחד-משמעית בין הגורם המתכנן, המאשר והמבצע, מוגדרת כאן מסגרת כללית לתכניות, לתוכנן ולצורת הגשתן.

8.1 התכניות הדרושות

- א. תכנית הסביבה בק.מ. 1:2500. בתכנית יצויינו:
- רוחב זכות הדרך לדרכים שבתכנית, בהתאם לתכנית בנין ערים בתוקף.
 - הרמזורים הקיימים בסביבת הרמזור המוצע.
 - מפגשי רכבת סמוכים (אם קיימים).
- ב. תכנית מדידה מעודכנת של הצומת במצב הקיים בק.מ. 1:250 או 1:500. התכנית תכלול:
- סימון תחום זכות הדרך
 - פינויים הכרחיים
 - כל הפריטים הקיימים בשטח העלולים להשפיע על התכנון, כולל שרותים תת-קרקעיים.
- ג. פירוט וחישוב ההצדקים להתקנת הרמזור. בפירוט יכלול:
- ריכוז נפחי תנועת רכב הנכנס לצומת בכל אחת מהתנועות במשך 8 שעות העמוסות ביותר, כולל סיכום כללי עם פירוט סה"כ התנועות הראשיות והמשניות.
 - אם תערכנה ספירות הולכי-רגל (בהתאם לסעיף 2.3 ב'), יוגש ריכוז הספירות לכל מעבר-חציה לחוד, כמפורט שם.
 - סיכום תאונות הדרכים של 3 השנים האחרונות, כולל תרשים תאונות מפורט.
- ד. טבלאות ריכוז נפחי תנועה של כל התנועות בצומת, לפי סוגי הרכב בפרקי זמן של 1/4 שעה. הריכוז יכלול גם סיכום כל הרכב הנכנס לצומת בפרקי זמן כנ"ל, לצורך קביעה מדוייקת של זמני החלפת תכניות הזמנים. (ראה טופס לדוגמא בנספח, עמ' 57/ה).
- ה. הצעת הסדר הצומת (על רקע של המצב הקיים), תימסר בק.מ. 1:250 או 1:500, בה יפורטו הגורמים החדשים המוצעים בתכנית זו ואופן ההתחברות למצב הקיים:
- הגיאומטריה (אבני שפה, מדרכות, שוליים, שבילים, איי-תנועה, מסלולים, רדיוסים, שפועים, מפרצים, וכו').
 - מקומות הגלאים למיניהם, כולל מידות.
 - עמודים למיניהם (תאורה, חשמל, טלפון, עצים, גדרות וכו').
 - מעקות בטיחות להולכי רגל וגדרות הפרדה.
 - מקומות עמודי הרמזור והפנסים כולל צנרת.
 - שרותים תת-קרקעיים (במידה שיש להם השלכה על ביצוע התכנית).
 - הסדרי חניה.
 - תחנות אוטובוסים והקווים המתאימים, תחנות מוניות, תחנות הסעה לחיילים וכו'.
 - סימון בצבע (נתיבים, מעברי חציה, קוי עצירה, קוי הפרדה, חיצים, תחנות אוטובוס וכו').
 - תמרורים (מקומות, סימונם לפי לוח התמרורים, גודל צבע וניסוח).
 - אופן ההשתלבות במפגשי רכבת סמוכים (אם קיימים).
- ו. תכנון הזמנים של הרמזור. התכנון יכלול:
- קביעת מספר תכניות הזמנים ו/או גלאים/לחצנים על בסיס ניתוח הנפחים.
 - תרשים זרימה לאופן פעילות הרמזור, כאשר מופעלים גלאים ו/או לחצנים, או תכניות הזמנים ומועדיהם, כאשר הרמזור פועל בזמנים קבועים מראש.
 - קביעת זמני המחזור.
 - חלוקה לשלבים, מופעים וזמנים.

- ז. תכנית פתרון הניקוז (אם ידרש) על גבי תכנית קווי גובה של הצומת.
- ח. חתכים לאורך של זרועות הצומת או פרספקטיבות (אם ידרשו) במקרה של שדה ראייה מוגבל עקב קשיים טופוגרפיים.

8.2 אופן עריכת תכניות הזמנים – (הפרוגרמות) (ראה הטפסים בנספח)

- א. כאשר הרמזור פועל בזמנים קבועים מראש, יש להכין תכנית זמנים נפרדת לכל תקופה תפעול לחוד. לחילופין ניתן להכין תרשים זרימה עם ציון הזמנים לכל תקופת תפעול.
- ב. גם כאשר קיים תרשים זרומה לאופן פעולת הרמזור, יש להוסיף (לצרכי הבהרה) גם תכניות זמנים, רבות ככל האפשר, המתארות מצבים נתונים של צירופי הפעלה בגלאים/לחצנים. בכל מקרה תוכן תכנית זמנים אחת לפחות למקרה המיוחד של דרישה מזערית בכל הגלאים והלחצנים – ללא פסיחות (מכונית אחת בכל מופע).
- תכנית זו יכולה לשמש גם לצורך תפעול – ידני, ע"י ציון נקודות עצירה וזינוק.
- ג. בכל מקרה חובה להכין תכנית זמנים אחת לפחות שבה יהיו הנקודות לצורך תפעול-ידני.
- ד. יש לכלול, בתכנית הזמנים, גם נקודת זמן מתוכננת מראש בה יבוצעו החלפות של תכניות הזמנים. בקביעת נקודות-זמן זו יש לקחת בחשבון זמנים ירוקים, בין-ירוקים ושיקולים של גל-ירוק (אם יש).
- ה. בנקודת האפס של תכנית-הזמנים תופיע תחילת האור האדום/צהוב של המופע הראשי.

- ו. בתכנית-הזמנים יבואו לידי בטוי:
- הזמנים הירוקים המדויקים של כל המופעים.
 - הזמנים הבין-ירוקים.
 - נקודות החלטה של גלאי-פסיחה.
 - תחומי פעולה של גלאי הארכה ולחצנים להולכי רגל
 - נקודות עצירה וזינוק לתפעול – ידני.
 - נקודת זמן להחלפת תכניות
 - מספר התכנית
 - משך המחזור
 - מצב הגלאים/לחצנים בתכנית המתוארת.

8.3 טבלת הזמנים הבין-ירוקים

כדי להבטיח זמני פינוי נאותים לכל המצבים ואפשרויות ההפעלה של הצומת, יש למלא בטופס המיוחד (ראה בנספח ע' 48/ה) את הזמנים הבין-ירוקים שבין כל המופעים הנוגדים. טופס זה יש למלא לפני תכנון חלוקות הזמנים, כדי להשתמש בו בזמן התכנון.

נספחים

תכנית זמנים לצומת :

מס' _____

					0	<p style="text-align: right;">מקרא:</p> <p> אדום צהוב ירוק אדום-צהוב ירוק מהבהב צהוב מהבהב פנס כבוי תחום פעולת הגלאי/לחצן נקודת החלטה של גלאי נקודת עצירה לתפעול ידני נקודת זינוק לתפעול ידני נקודה להחלפת תכנית זמנים </p>
					9	
					8	
					7	
					6	
					5	
					4	
					3	
					2	
					1	
תאריך	ביקר	השינוי			מס' _____	
↑ שינויים ↑						
תאריך	ביקר	תכנן	שרטט	מס' התכנית		

מנגנון הרמזור





מסוג.....
 קשור ל:
 בקרה מרכזית
 אזור..... צומת מס'.....
 מנגנון אזורי
 גל ירוק.....
 יחיד

אישור המפקח על התעבורה

סימון המופעים בצומת

ע"ג תרשים בקנה-מידה





מקרא:

פנס לרכב על עמוד רגיל פנס להולכי - רגל פנס מהבהב צהוב פנס לרכב על עמוד שו"ט תמרור הוריה מואר 

טבלת זמנים בין-ירוקים

תרשים זרימה

מקרא:

התחלה	
בדיקת הדרישה בגלאי x	
בדיקת הארכה בגלאי x	
תמונת מצב	
יש דרישה	+
אין דרישה	-

תמונת			תכנית ומנים	
סוג	זמן	כיוון		
תמונת-ירדני			10	20
			30	40
			50	60
			70	80
			90	100

תכנית ומנים : מס'

זמן מחזורי (שניות):

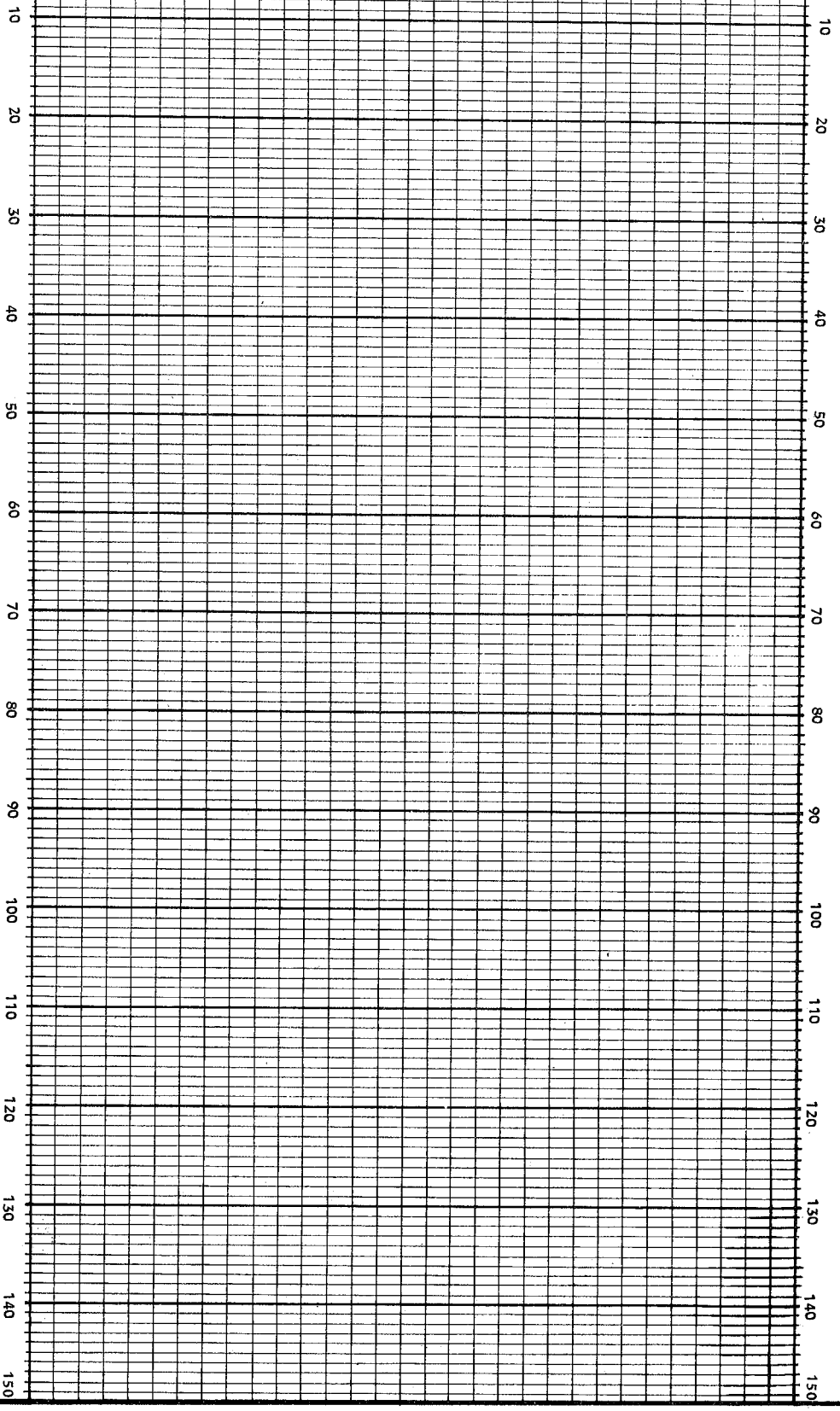
מגע חדרית
בגלאים/חוצים
בתכנית זו:

תכנית רמורים עם 6

תכנית זמנים

המופע

סוג
זמן
כותר



תכנית
זמנים
מס':

זמן
מחזור
(שניות):

מפע הודישה
בגלאים/לחשנים
בתכנית זו:

תכנית רמורים עמ' 7

מְרִשִׁיִּים גַּל-יִרְדָּק (זֶמַן-מִרְחָק)

לוחות זמנים להפעלה

		6	5	4	3	2	1	לוח מס'
								בימים
								בשעות
0100								0100
0200								0200
0300								0300
0400								0400
0500								0500
0600								0600
0700								0700
0800								0800
0900								0900
1000								1000
1100								1100
1200								1200
1300								1300
1400								1400
1500								1500
1600								1600
1700								1700
1800								1800
1900								1900
2000								2000
2100								2100
2200								2200
2300								2300
2400								2400

הסדר הנדסי ורמזור בצומת :

מס'

ק.מ.

		-----	0
		-----	9
		-----	8
		-----	7
		-----	6
		-----	5
		-----	4
		-----	3
		-----	2
		-----	1
מס'	השינוי	ביקר	תאריך

- פנס לרכב כולל ה-4
- פנס להולכי-רגל
- תמרור הוריה מואר
- פנס מהבהב צהוב
- עמוד רמזור רגיל
- עמוד רמזור מוגבה
- עמוד שוט
- לחצן להולכי-רגל
- לחצן לתפעול-ירני (משטרה)
- לולאת גלאי
- תמרור וסימונו
- ב-36 •
- עמוד חשמל או טלפון
- תא טלפון
- עמוד מתח גבוה
- אבן שפה חדשה
- אבן שפה קיימת
- אבן שפה לביטול
- מעקה בטיחות (1-8)

↑ שינויים ↑

תאריך	ביקר	תכנן	שרטט	

אישור המפקח על התעבורה

טבלת איסוף נתונים לצורך עדכון הרמזור בצומת

שם הפוקד שניתן זמן תכנית שעה יום בשבוע תאריך
 המחזור המחזור זמנים מס' זמנים מס'

10	9	7	6	5	4	3	2	1	מופע מס'
									משך ירוק נחת (שניות)
									ס'ת יר'ג האפונים לעבור ע'פ' מרשים 22
מס' כלי הרכב שעברו/לא עברו בפועל במשך המחזור									
לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	מעב העומם
לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	לא עברו	מחזור
									1
									2
									3
									4
									5
									6
									7
									8
									9
									10
									11
									12
ס'ת מחזורים עמוסים									
מחזורים עמוסים = העומם = 12									

רשימת מראי מקום

1. HIGHWAY CAPACITY MANUAL, Highway Research Board Special Report 87, Washington, 1965.

2. הנחיות לאופן הצבת תמרורים, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, חלק ה' - רמזורים, בעריכת פ. בןשאול 1970.

3. הנחיות לתכנון התקנת מאור בדרכים, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, בעריכת י. פרישר, 1971.

4. הנחיות לתכנון מעברי חציה להולכי רגל, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, בעריכת פ. בןשאול וי. רונן, 1973.

5. מפרט למנגנון בקרה מקומי לרמזורים, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, בעריכת מ. נקמן ול. גרפיין, 1976 (ועדכון 1977).

6. הצעת הנחיות לתכנון רמזורים - טיוטה, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה בעריכת י. רונן ל. פיין, 1978.

7. גלאים לרמזורים, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, הוכן ע"י "נתן תומר הנדסה", 1978.

8. בן-יעקב י.: חקר המאפיינים הגאומטריים והתנועתיים בצומת מרומזר, הפקולטה להנדסה אזרחית, הטכניון, חיפה 1979.

9. בחינת יעילות החבור של רמזורים בגל-ירוק, משרד התחבורה, המפקח על התעבורה, הוכן ע"י "נתן תומר הנדסה", 1981.